

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ Кузьмінський Є.В.

“ ____ ” _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»

зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»,
(код і назва)

**на тему: «Багатоступеневе біологічне очищення стічних вод міста
Луцьк і молокозаводу з видаленням сполук азоту і фосфору»**

Виконала: студентка II курсу, групи БЕ-91мп
(шифр групи)

Александрович Ірина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник: професор, д.т.н. Саблій Лариса Андріївна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з розроблення стартап-проекту:

к.е.н., доцент, Ткаченко Тетяна Петрівна
(науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент: д.х.н., професор кафедри аналітичної і біонеорганічної
хімії та якості води, Максін Віктор Іванович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Освітньо-професійна програма «Біотехнології»
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»,

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
_____ Кузьмінський
Є.В.
«___» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Александрович Ірині Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Багатоступеневе біологічне очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу з видаленням сполук азоту і фосфору»,
науковий керівник дисертації: проф., д.т.н., Саблій Л.А.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: Технологія багатоступеневого біологічного очищення стічних вод міста Луцьк та молокозаводу з видаленням сполук азоту і фосфору

4. Предмет дослідження: Використання технології багатоступеневого біологічного очищення стічних вод на молокозаводах та в місті Луцьк

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1) Провести літературний аналіз та патентний пошук типових технологічних схем та новітніх рішень щодо очищення стічних вод міста та молокозаводу з глибоким очищенням від нітрогену і фосфору.

2) Навести характеристику стічних вод міста, біологічного агента та кінцевого продукту – очищеної води.

3) Обґрунтувати вибір та описати технологічну схему очищення стічних вод.

4) Виконати розрахунки і вибрати основне та допоміжне обладнання для очищення стічних вод.

5) Запроектувати споруду - аеротенк-нітрифікатор.

6) Виконати розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат за вибраною багатоступеневою технологією очищення стічних вод міста і молокозаводу.

7) Навести заходи з охорони праці.

8) Навести заходи стосовно охорони навколишнього середовища при впровадженні технології багатоступеневого очищення стічних вод на очисній станції міста Луцьк.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: технологічна схема (A1), апаратурна схема (A1), аеротенк-нітрифікатор (A1), схема автоматизації (A1), калькуляція собівартості (A1).

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези «Сучасні методи очищення стічних вод виробництв молочної продукції», «Сучасні методи очистки стічних вод у природніх умовах», «Використання методів денітрифікації в технології очистки стічних вод від сполук азоту», «Використання ряски (lemna minor L.) в технології очистки стічних вод шкіряного виробництва від сполук азоту, «Біологічне очищення стічних вод від нітратів з використанням вищих водних рослин», «Ефективність використання для біологічного очищення стічних вод шкіряних заводів вищих водних рослин».

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап-проекту	Ткаченко Т.П., к.е.н., доцент		
Технологічна частина	Саблій Л.А., д.т.н, професор		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Огляд літератури відповідно до теми магістерської дисертації		
2.	Вибір та обґрунтування технології очищення стічних вод молокозаводів та міста		
3.	Розрахунок і вибір технологічного обладнання		
4.	Розробка апаратурної схеми		
5.	Огляд заходів з охорони праці та заходів з охорони довкілля та середовища		
6.	Розробка стартап-проекту		
7.	Розробка автоматизації		
8.	Оформлення пояснювальної записки та підготовка до захисту		

Студент

(підпис)

І.В. Александрович

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Л.А. Саблій

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 113 с. , 5 рис., 24 табл., 36 посилань.

У роботі обрано та обґрунтовано технологію багатоступеневого біологічного очищення стічних вод міста Луцьк та молокозаводу з видаленням сполук азоту та фосфору. Наведено технологію попереднього локального очищення стічних вод молокозаводів із використанням EGSB-реактору. Було обрано очищення від сполук амонійного азоту та органічних забруднень у споруді - аеротенк-нітрифікатор із носіями типу «ВІЯ» для іммобілізації мікроорганізмів.

Розраховано параметри та розроблено креслення головної споруди – аеротенка-нітрифікатора із встановленням касет із волокнистим носієм «ВІЯ». Розраховано матеріальний баланс технології, наведено та описано технологічну схему багатоступеневого очищення стічних вод, розроблено схему автоматизації споруди – аеротенка-нітрифікатора, наведено етапи та параметри контролю технологічного процесу очистки, виконані основні розрахунки собівартості стартап-проєкту, проаналізовано шкідливі фактори на виробництві, які можуть впливати на охорону праці та охорону навколишнього середовища.

СТІЧНІ ВОДИ, БАГАТОСТУПЕНЕВЕ БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ,
АЕРОТЕНК-НІТРИФІКАТОР, EGSB-РЕАКТОР, НОСІЇ ТИПУ «ВІЯ»,
АМОНІЙНИЙ АЗОТ

ABSTRACT

Explanatory note: 113 p. , 5 fig., 24 tab., 36 references.

The paper selects and substantiates the technology of multistage biological wastewater treatment of the city of Lutsk and the dairy plant with the removal of nitrogen and phosphorus compounds. The technology of preliminary local wastewater treatment of dairies using EGSB-reactor is presented. Purification from ammonium nitrogen compounds and organic contaminants in the building was chosen - aerotank nitrifier with carriers type "VIIA" for immobilization of microorganisms.

The parameters were calculated and a drawing of the main structure - an aeration tank-nitrifier with the installation of cartridges with fibrous carrier "VIIA" was developed. The material balance of technology is calculated, the technological scheme of multistage sewage treatment is given and described, the scheme of automation of the building - aeration tank-nitrifier is developed, the stages and parameters of control of technological process of treatment are resulted, the basic calculations of prime cost of the startup project are made. on labor protection and environmental protection.

WASTEWATER, MULTILEGARY BIOLOGICAL TREATMENT,
AEROTENE-NITRIFICATOR, EGSB-REACTOR, MEDIA TYPE "VIIA",
AMMONIUM NITROGEN

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА, СИРОВИНИ, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ.....	13
1.1. Характеристика стічних вод молокозаводу та міста.....	13
1.2. Схеми та аналіз технологій очищення стічних вод молокозаводів.....	15
1.2.1. Видалення сполук азоту та фосфору при очищенні стічних вод.....	17
1.2.2. Схема обраної технології очищення стічних вод молокозаводу.....	21
1.3. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста Луцьк та молокозаводу.....	24
1.4. Характеристика біологічного агента – активного мулу.....	28
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	30
2.1. Схема перебігу процесів у спорудах біологічного очищення стічних вод.....	32
2.2. Характеристика кінцевого продукту – очищеної стічної води..	37
РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРИЙНЯТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	38
3.1. Сировина та матеріали.....	38
3.2. Опис вибраної технологічної схеми очищення стічних вод міста та молокозаводу.....	39
3.3. Контроль процесу очищення стічної води.....	42
3.4. Розрахунки матеріальних балансів	48

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата				
Розроб..		Александрович І.В.			ЗМІСТ			
Перевір.		Саблій Л.А.						
Керівник		Саблій Л.А.						
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ			

РОЗДІЛ 4. ПРОЄКТУВАННЯ АЕРОТЕНКА-НІТРИФІКАТОРА.....	49
4.1. Класифікація аеротенків та їх переваги з іншими спорудами біологічного очищення.....	49
4.2. Розрахункові витрати та концентрації забруднень в суміші стічних вод міста і молокозаводу.....	51
4.3. Технологічні розрахунки основних очисних споруд.....	53
4.4. Характеристика обраного аеротенка-нітрифікатора.....	55
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЄКТУ.....	66
5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності.....	69
5.2 Аналіз внутрішнього середовища підприємства.....	71
5.3 Аналіз зовнішнього середовища підприємства.....	73
5.4. Визначення ключових факторів успіху проекту.....	74
5.5. Визначення потенційних споживачів.....	77
5.6 Ризики і страхування розробки.....	79
5.7 Ціна інноваційної пропозиції на ринку.....	80
5.8 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес процесів.....	82
5.9 Розрахунок собівартості продукту і вартості проекту.....	84
РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ АЕРОТЕНКА-НІТРИФІКАТОРА.....	88
6.1 Автоматичне регулювання.....	88
6.2 Технологічна сигналізація та захист.....	91
6.3 Специфікація засобів автоматизації.....	91
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	
7.1. Виробниче освітлення у приміщеннях станції очисних споруд.....	93
7.2. Системи для забезпечення необхідної якості повітря в робочій зоні	94
7.3. Електробезпека під час обслуговування технологічного обладнання.....	97

7.4. Захист від виробничого шуму та вібрації у приміщеннях станції очисних споруд.....	98
7.5. Пожежна безпека на території станції очисних споруд.....	99
РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	100
8.1. Класифікація стічних вод та умови скидання їх у водойму...	100
8.2. Заходи щодо вирішення проблем забруднення навколишнього середовища сполуками нітрогену та фосфору.....	104
ВИСНОВКИ.....	104
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105
Додаток А.....	108

ВСТУП

На сьогоднішній день потужний розвиток підприємств харчової промисловості, зокрема молокозаводів та молокопереробних підприємств, розширення асортименту продукції їх виробництва, суттєво впливають на природне середовище, викликаючи його забруднення. Це пов'язано з тим, що в стічних водах молочного виробництва присутні органічні речовини, які, в свою чергу, ускладнюють процеси очищення та роботу очисних споруд. Щоб уникнути вичерпання прісної води у населених пунктах, важливо раціонально використовувати водні ресурси. Для цього необхідно контролювати їх від забруднень і виснаження, а застосовувати повноцінне очищення забруднених стічних вод на очисних станціях з подальшим використанням їх в технічному водопостачанні.

З кожним роком виникає необхідність у розробці нових більш ефективних та сучасних методів і технологій біологічного очищення стічних вод. Це пов'язано з тим, що стічні води кожного підприємства характеризується різним вмістом органічних, неорганічних та синтетичних речовин.

Зокрема, стічні води молокозаводів характеризуються великим вмістом жирів та завислих речовин, білків, цукрів, а також неорганічних речовин, які ускладнюють процес очищення стічних вод.

Актуальним питанням є правильний вибір технологій повного біологічного очищення стічних вод, із впровадженням сучасних очисних споруд для досягнення вискоефективної очистки від азоту та фосфору, а також дотримання вимог до якості очищення води та допустимих до скиду у річку Стир.

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	ВСТУП	Стадія	Арк	Аркушів
Розроб.		Александрович І.В.						
Перевір.		Саблій Л.А.					10	
						НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ		
Керівник		Саблій Л.А.						

Метою даної магістерської дисертації є розробка ефективної технології багатоступеневого біологічного очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу від сполук азоту та фосфору, запроєктувати споруду для аеробного процесу очищення стічних вод – аеротенк-нітрифікатор з волокнистими носіями типу ВІЯ з іммобілізованими мікроорганізмами.

Завдання, які необхідно вирішити для виконання поставленої мети:

- використовуючи літературу, описати джерела утворення, нерівномірність відведення, витрати стічних вод і хімічний склад забруднюючих речовин у стічних водах молокозаводів;
- на підставі літературних джерел виконати аналіз відомих технологій біологічного очищення стічних вод молокозаводів з видаленням органічних речовин, нітрогену і фосфору;
- на підставі аналізу літератури обґрунтувати й вибрати технологію попереднього біологічного очищення стічних вод молокозаводу до вимог їх скиду в міську мережу водовідведення на прикладі міста Луцьк;
- вибрати найбільш ефективну технологію очищення стічних вод міста Луцьк біологічним методом з глибоким видаленням сполук нітрогену й фосфору;
- виконати розрахунки очисних споруд прийнятої технології;
- запроєктувати аеротенк-нітрифікатор;
- виконати розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат за вибраною багатоступеневою технологією очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу;
- навести заходи з охорони праці;
- передбачити заходи стосовно охорони навколишнього середовища при впровадженні технології багатоступеневого очищення стічних вод на очисній станції міста Луцьк.

Оскільки стічні води молокозаводу містять великі концентрації сполук азоту та фосфору, в проекті запропоновано споруду – аеротенк-нітрифікатор, в якому буде відбуватися процес біологічної нітрифікації для очищення

стічних вод від сполук амонійного азоту та очищення від сполук фосфору до допустимих норм скиду у річку Стир.

Новизною даної дисертації є використання в технології біологічного очищення стічних вод аеротенка-нітрифікатора з носіями іммобілізованих мікроорганізмів типу ВІЯ, застосування такої споруди дозволить здійснити процес окиснення сполук амонійного азоту до нітратів, що, в свою чергу, призведе до якісного очищення стічних вод міста та молокозаводу.

Магістерською дисертацією передбачено виконання креслення споруди біологічного очищення стічних вод від амонійного нітрогену – аеротенка-нітрифікатора з носіями іммобілізованих мікроорганізмів типу ВІЯ, технологічної та апаратурної схеми.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1. Характеристика стічних вод молокозаводу

Стічні води молокозаводів відносять до висококонцентрованих стічних вод - складних за вмістом забруднюючих речовин.

На підприємствах молочної промисловості забруднені стічні води утворюються при митті технологічних трубопроводів, цистерн, обладнання, підлоги та промислових приміщень. А також вода використовується при охолодженні молока та обладнання, для експлуатації охолоджувально-пастеризаційних установок, компресорів [1].

Стічні води молокопереробних підприємств містять високі концентрації органічних забруднень, такі як жир, білки, лактоза, цукор, а також неорганічні речовини - сода, харчова сіль, кислоти, синтетичні поверхнево-активні речовини у вигляді миючих розчинів [2].

У стічні води не виключена можливість потрапляння сторонніх предметів, частинки скла та пісок. Також стічна вода молокозаводів містить сполуки фосфору, азоту, ферменти, а також вітаміни.

Стічні води молокозаводів характеризуються жовтуватим або каламутно-білим кольором. Активна реакція свіжої стічної води нейтральна або слабо лужна, яка легко може переходити у кислу, що зумовлено зброджуванням молочного цукру [3].

Об'єми та забрудненість стічних вод молочних підприємств залежать від виду продукції підприємства, що переробляє молоко. В основному, кількість забруднених стічних вод становить близько 20-50% від всього стоку підприємства [2]. Стічна вода, яка направляється на повторне використання складає 60-80% всіх витрат води на підприємстві.

					ЕКБ.БЕ9114-МД		
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ		
Розроб..		Александрович І.В.					
Перевір.		Саблій Л.А.					
Керівник		Саблій Л.А.					
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ		
					Стадія	Арк	Аркушів
						13	

Для різноманітних підприємств молочного виробництва характерна нерівномірність відведення стічних вод [4]. Мікробіологічна забрудненість стоків молочних підприємств є невисокою і представлена мікроорганізмами, що викликають молочнокисле, спиртове, маслянокисле та пропіоновокисле бродіння [5].

Температура стоків знаходиться у межах від 16 до 33°C. Також води молокозаводів характеризуються різними коливаннями значення рН. Ці коливання зумовлені використанням лужних та кислих миючих розчинів для миття технологічного обладнання. Загалом рН досягає 9 – 11 та може знижуватися до рН 2 – 3, що, в свою чергу, викликає швидкий гідроліз органічних забруднень продуктів молочної кислоти з утворенням органічних кислот [4].

Стічні води підприємств молочної галузі характеризуються високими концентраціями розчинених органічних речовин та високими показниками ХСК і БСК, що можуть досягати таких показників: ХСК-3500, БСК_{повне} – 3200, азот амонійного – до 50 та фосфатів – до 72 [6].

За результатами досліджень, стічні води молокозаводу мають такі показники.

Таблиця 1.1. Концентрації забруднюючих речовин в стічних водах молокозаводів [5]

Показники	Значення показників
Завислі речовини, мг/ дм ³	340
ХСК, мг/ дм ³	1700
БСК _{повне} , мг/ дм ³	950
Азот амонійний, мг/ дм ³	26
Азот нітритів, мг/ дм ³	0,11
Азот нітратів, мг/ дм ³	20
Фосфати, мг/ дм ³	27
Жири, мг/ дм ³	до 100
рН	6,2-7,4

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ9114-МД			14

1.2. Порівняльний аналіз технологій очищення стічних вод молокозаводів

На сьогоднішній день більшість підприємств молочної промисловості забезпечені власним комплексом очисних споруд для очищення стічних вод або скидають свої стоки у міську систему каналізації. Проте, задля скидання стічних вод у міську каналізаційну мережу необхідно очистити їх відповідно до вимог, які вказані у "Правилах приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі каналізації міст та селищ України" [8].

Комплексна технологія, яка включає механічне, фізико-хімічне та біохімічне очищення стоків від забруднюючих речовин сприяє якісній очистці стічних вод підприємства.

На підприємствах молочної галузі необхідно здійснювати локальне очищення виробничих стічних вод перед скиданням їх у міську каналізацію, а на міських очисних спорудах застосовувати повне біологічне очищення. При використанні локального очищення видаляються шкідливі речовини, які можуть гальмувати біохімічні процеси під час біологічного очищення на міських станціях очистки [7].

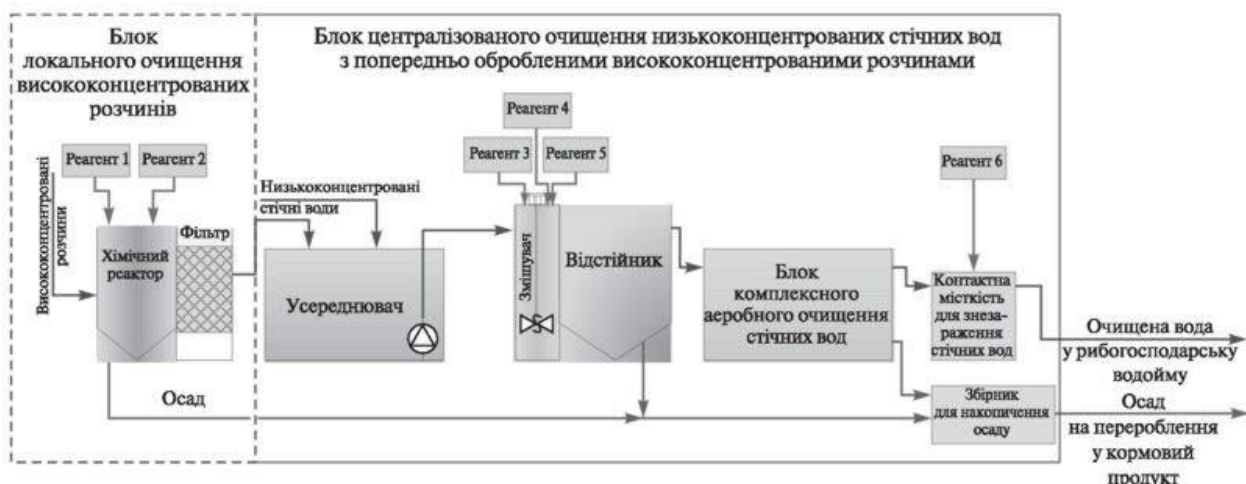


Рис. 1. Технологічна схема очищення стічних вод молокозаводу

В даній технологічній схемі (рис. 1) висококонцентровані стічні води обробляють в блоці локального очищення з використанням природніх матеріалів, що містять сполуки кальцію. Потім дозують в усереднювачі, де перемішують з низькоконцентрованими стічними водами, для вирівнювання коливань витрати та концентрацій речовин. Потім стічні води подають у

змішувач, при цьому дозуючи реагенти, а забруднювальні речовини відокремлюють у відстійнику [9].

Дана технологія передбачає двоступеневе очищення в аеробних умовах. Доочищення стічних вод від залишкових концентрацій органічних сполук, а також кінцеве фільтрування здійснюють на напірних фільтрах [11].

Відповідно схемі, локальну обробку висококонцентрованих розчинів можна здійснювати як на окремій ділянці, обладнаній реактором та фільтром, або безпосередньо на технологічній ділянці. Осади, що утворені після обробки відходів молокозаводу, спрямовують у накопичувальний збірник, а потім подають для переробки у кормові продукти.

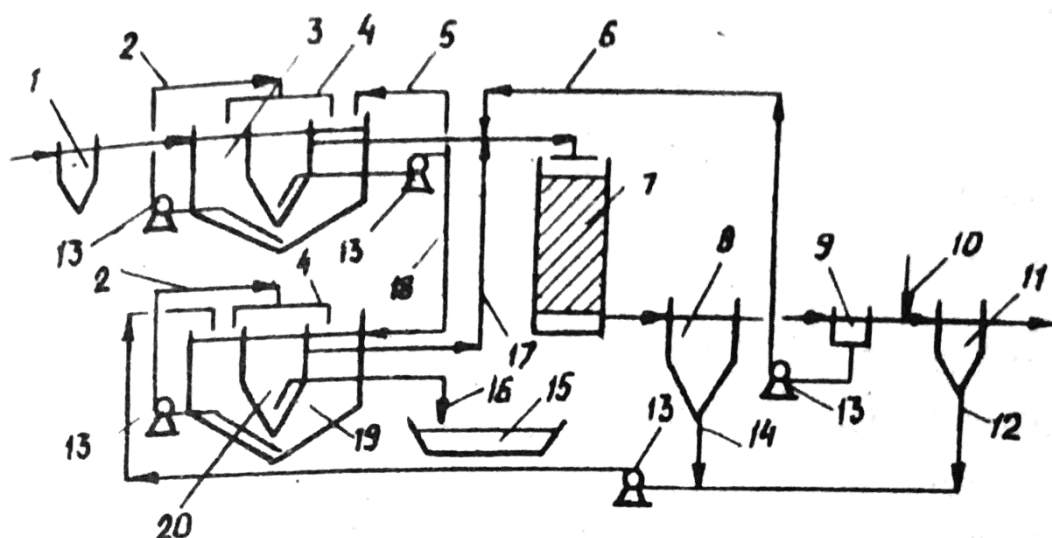


Рис. 2. Схема двоступінчастої біологічної очистки стічних вод молокопереробних підприємств [10]:

1 - пісковловлювач; 2 – трубопровід мулової суміші; 3 – аеротенк-відстійник; 4 – струминний аератор; 5 – зворотний активний мул; 6 – рециркуляційна вода; 7 – баштовий біофільтр; 8 – вторинний відстійник; 9 – проміжна ємкість; 10 – введення хлору; 11 – контактний резервуар; 12 – осад;

13 – пісок; 14 – біоплівка; 15 – муловий майданчик; 16 – стабілізований осад; 17 – мулова вода; 18 – надлишковий активний мул; 19 – аеробний стабілізатор; 20 - мулоуцільнювач

При використанні технології двоступінчастої біологічної очистки стічних вод молокопереробних підприємств (рис.2) біологічна очистка здійснюється у два ступеня з використанням аеротенків – на першому та баштових біофільтрів – на другому ступені. Стабілізація суміші надлишкового активного мулу та біоплівки відбувається в аеробному стабілізаторі. В аеротенки-відстійники зі струминною аерацією встановлено прояснювачі-перегнивачі. Як робоча рідина для струминних аераторів використовується мулова суміш. Для подачі мулової суміші використовуються два робочих насоси і один резервний. Аеробний стабілізатор виконаний на базі прояснювача-перегнивача, який конструктивно аналогічний конструкції аеротенка-відстійника. Мулоущільнювач вбудовується у стабілізатор і вже звідти ущільнений стабілізований осад направляється на мулові майданчики [10].

Отже, відповідно до концентрацій та вмісту забруднюючих речовин кожне підприємство молочної галузі обирає ефективну технологію очищення стічних вод для безпечного скиду у водойму.

1.2.1. Видалення сполук азоту та фосфору при очищенні стічних вод

Біогенні речовини - азот та фосфор є одними із основних складових компонентів стічної води, присутність яких наявна в стічних водах підприємств, зокрема, молокопереробної галузі.

Азот у стічних водах знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. В міських стічних водах органічні азотисті сполуки представлені речовинами білкової природи: фекаліями та харчовими відходами. А також амонійний азот утворюється при гідролізі сечовини, яка є кінцевим продуктом азотного обміну людини [5]. Азот в стічній воді може бути представлений такими сполуками: азот амонійний (NH_4^+), азот нітритів (NO_2^-), азот нітратів (NO_3^-), азот органічний (в складі органічних сполук) [7].

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Фосфор у воді знаходиться у вигляді неорганічних та органічних сполук, а також входить до складу клітин гідробіонтів. У міських стічних водах фосфор знаходиться у вигляді ортофосфатів, поліфосфатів та органофосфатів в розчинній та нерозчинних формах [11]. Вміст сполук фосфору й азоту впливають на процеси при біологічному очищенні стічних вод. Якщо їх недостатня кількість, то очищення стічних вод може загальмовується, а при повній відсутності стає взагалі неможливою.

Кількість фосфатів зумовлюється фізіологічними виділеннями людей, відходами господарської діяльності людини, зокрема використанням миючих засобів. Співвідношення БСК_{повне}:N:P у стічних водах при надходженні їх на біологічне очищення повинно складати 100:5:1 [12].

При потраплянні підвищених кількостей біогенних елементів у водойму можливе виникнення процесу евтрофікації, при якому збільшується кількість водоростей і вищої водної рослинності і відбувається «цвітіння» води. Також при великих концентраціях фосфору та азоту у водоймі біомаса риби зменшується, активно розмножуються паразитуючі організми, своєрідні процеси у середовищі припиняються, погіршується якісні показники питної води при використанні водойми як джерела господарсько-питного водопостачання та відбувається активний фотосинтез водоростей та рослинності, що спричинює появу забарвлення (зелений, жовтий, червоний кольори – відповідно до забарвлення водоростей, які розвиваються) води у водоймі [11].

На сьогоднішній день відомі такі методи очищення стічних вод від азоту:

- хлорування активних хлором;
- метод зворотного осмосу;
- метод окиснення солей амонію озоном;
- іонообмінний метод;
- електрохімічний метод;

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Метод хлорування активним хлором заснований на хімічній реакції, яка відбувається при додаванні хлору до води. В результаті утворюються хлорна та соляна кислоти. Аміак реагує з хлорною кислотою, утворюючи хлораміни. Даний метод хлорування до точки перегину при рН в діапазоні 6,5-7,5 може дати 95% видалення аміаку [13].

При методі зворотного осмосу застосовуються напівпроникні мембрани, завдяки яким можна досягати ефекту очищення від азотвмісних сполук до 98,5%. Процес заснований на вільному пропуску молекул розчинника при фільтруванні крізь мембрану і затримці молекул або іонів розчинених речовин та вимагає ретельного попереднього очищення і пом'якшення води [14].

Метод окиснення солей амонію озоном доцільно використовувати лише у випадках переходу амонійного азоту в нітратну форму [13]. Аміак повністю окислюється в нітрат, в результаті чого зменшується витрата кисню на окислення азоту в відходах. Слід зазначити, що ефективного видалення аміаку можна досягти тільки при підтримці лужного середовища.

Ефективність процесу іонного обміну не залежить від температури стічних вод, що надходять на очистку. До того ж ефективність видалення аміаку при іонному обміні значно вище. Тому він може застосовуватися в тих випадках, коли потрібно забезпечити дуже низьку концентрацію азоту в воді після очищення.

Застосування методу електрокоагуляційної флотації із використанням розчинних анодів з попередніми хлоруванням для доочищення стічних вод обмежена періодичністю заміни відпрацьованих електродів і недостатністю листового алюмінію [27].

Сполуки фосфору зі стічних вод можна видалити за допомогою фізико-хімічного методу, адсорбційного методу, методу електрокоагуляційно-флотаційного, біологічного методу [15].

При хімічному очищенні стічних вод іони реагентів взаємодії діють з розчинними солями ортофосфорної кислоти, внаслідок чого відбувається

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

утворення дрібнодисперсного колоїдного осаду фосфату. Під час цього процесу хімічний реагент вступає в реакцію з лугами, які містяться у воді та утворює осад з великих пластівців. А осад, в свою чергу, викликає коагуляцію дрібнодисперсного колоїдного осаду фосфату та завислих речовин, а також адсорбує деяку частину органічних сполук, що містять фосфор, далі цей осад виводиться з системи [14].

Серед технологій, які застосовуються для очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору це такі: A^2/O , Phoredox, JHB (Johannesburg), Bardenpho (рис. 3). Всі перераховані технології передбачають нітратний рецикл із кінця аеротенка-нітрифікатора в аноксидну зону [16, 27].

Технологія Bardenpho включає доповнення другою аноксидною зоною, а також деоксидною та вводять зону попередньої денітрифікації для захисту анаеробної зони від надходження нітратів.

Технологія Phoredox передбачає направлення активного мулу з вторинного відстійника в анаеробну зону, а мулової суміші, в свою чергу, з аеробної зони, після чого повертається в аноксидну зону.

Технологія JHB (Johannesburg) передбачає подачу циркулюючого актив- ного мулу в аноксидну зону, що розташована перед анаеробним етапом. Перша аноксидна зона необхідна для відновлення нітратів за рахунок накопичених в мулі забруднень і не заважають вивільненню фосфатів [5].

Аеробне окислення – це процес використання сполук фосфору мікроорганізмами активного мула і біоплівки як джерело живлення і енергії.

Анаеробне відновлення – процес, при якому використовуються сполуки фосфору в процесі життєдіяльності анаеробного субстрату [6].

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

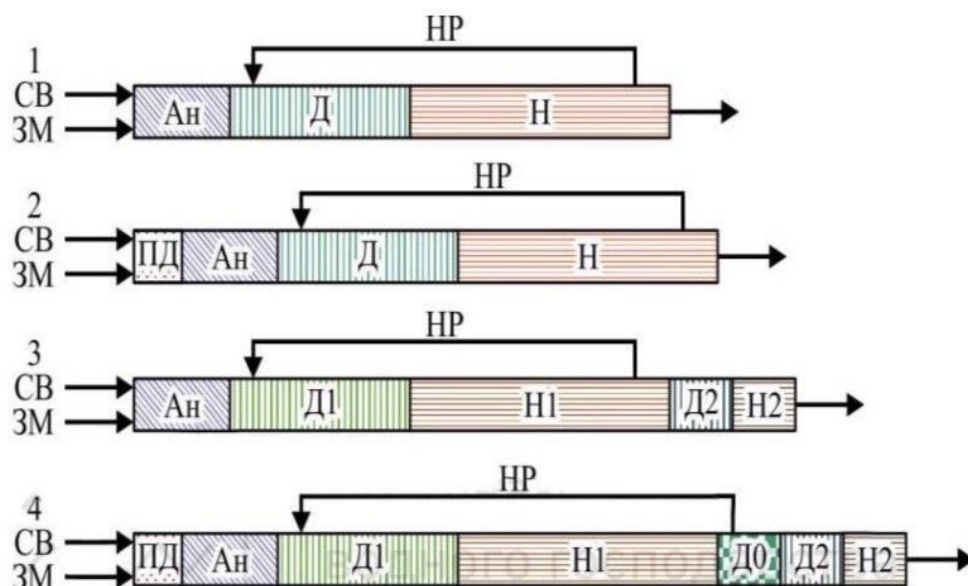


Рис.3. Схеми очищення стічних вод від азоту та фосфору [26]:

1- Phoredox, A²/O (з додатковим секціонуванням зон);

2- JNB (Johannesburg); 3- Bardenpho; 4- Bardenpho (із зонами ПД і ДО);

СВ-стічні води; ЗМ-зворотний мул; НР-нітратний рецикл; А_н-анаеробна зона; Д-зона денітрифікації (аноксидна); ПД – зона попередньої денітрифікації (аноксидна); Н- зона нітрифікації (аеробна);

ДО- деоксидна зона

За високого вмісту сполук фосфору не завжди можна видалити його біологічними методами. Ефективність видалення фосфатів обумовлена дозою реагенту та його видом. При цьому вибір реагенту залежить від його доступності та застосовується індивідуально на основі лабораторних досліджень з подальшою перевіркою отриманих результатів на промислових стоках.

Метод біологічного видалення фосфору за допомогою анаеробної обробки циркулюючого активного мулу досягає ефективності близько 90%.

При високому вмісту фосфатів у стічних водах рекомендовано комбінувати біологічний метод з хімічним методом. Комбінований метод зображений на рис. 4 передбачає високий ефект очистки та використання меншої кількості реагентів, порівняно із фізико-хімічним методом.

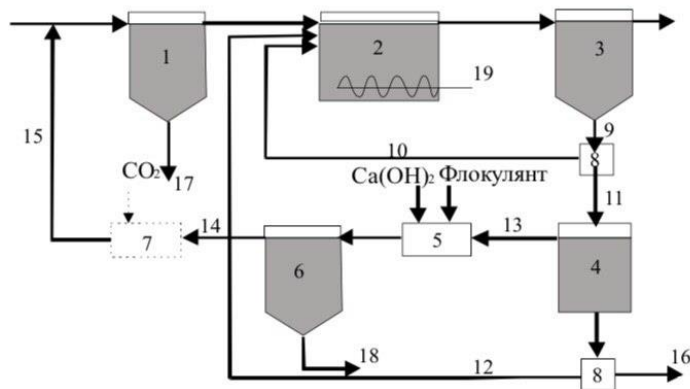


Рис. 4. Комбінований метод видалення біогенних елементів [18]:

1- первинний відстійник; 2 - аеротенк; 3 - вторинний відстійник;
 4 - мулоуцільнювач; 5 - камера реакції і змішування; 6 - відстійник для
 фізико-хімічної очистки; 7 - карбонізатор; 8 - насосна станція; 9 -
 циркуляційний і надлишковий активний мул; 10 - циркуляційний активний
 мул; 11 - неущільнений циркуляційний і надлишковий мул;
 12 - уцільнений активний мул, збагачений фосфором; 13 - мулова вода,
 збагачена фосфором; 14 - мулова вода, вивільнена від фосфору; 15 - мулова
 вода на повторну очистку;
 16 - уцільнений надлишковий активний мул; 17 - осад з первинного
 відстійника; 18 - осад, що містить сполуки фосфору; 19 - повітря

В сучасних технологіях можна досягти 70 - 90 % ефективності очищення, якщо використовувати біотехнологію нітрифікації-денітрифікації та біологічної дефосфатації. Дані методи можна поєднувати із традиційними очищеннями в аеротенках шляхом установки в них разом з аеробними зонами додаткових аноксидних і анаеробних зон [18].

А отже, використання цих технологій дозволить видаляти сполуки азоту й фосфору з побутових, міських і промислових стічних вод. Технологія видалення азоту й фосфору складається із трьох основних елементів: зона анаеробної обробки суміші мулу та стічних вод, аноксидна зона для денітрифікації, аеробна зону для нітрифікації [19].

1.2.2. Схема обраної технології очищення стічних вод

Необхідно застосовувати комбіновану систему очищення стічних вод молокопереробної промисловості, яка включає локальну обробку висококонцентрованих стічних вод для подальшої очистки на міських очисних спорудах.

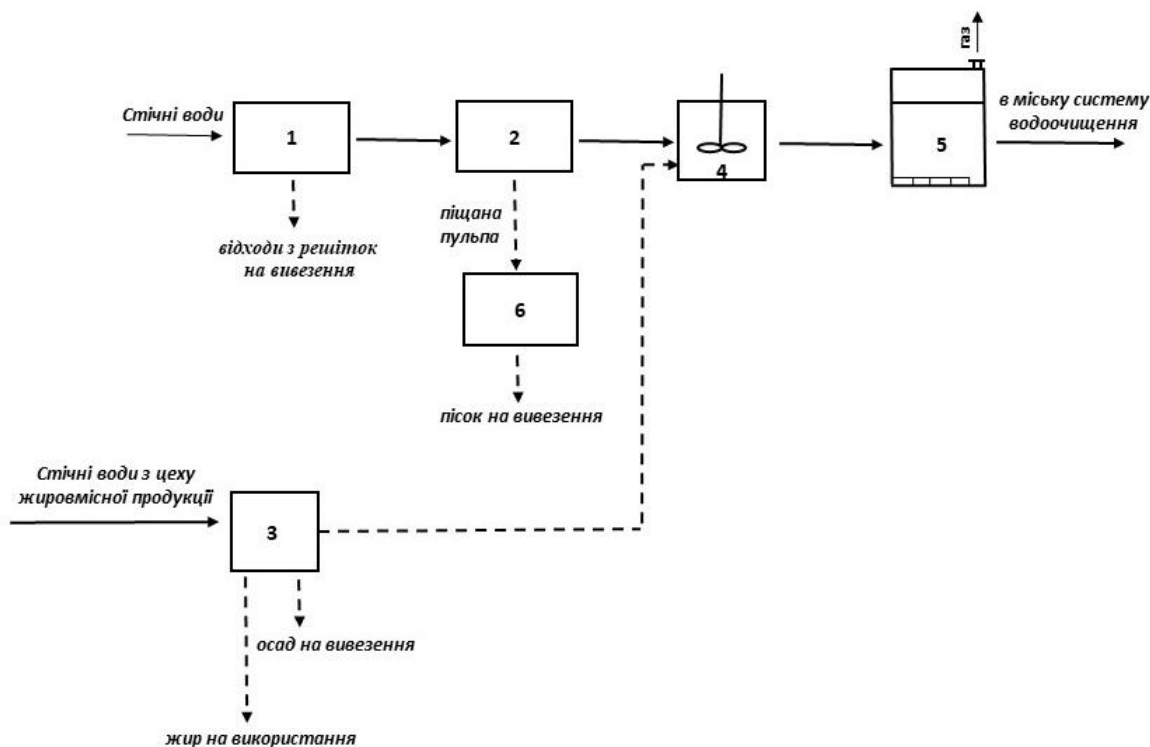


Рис.5. Технологія попереднього локального очищення стічних вод молокозаводів:

1- решітки; 2-пісковловлювач; 3-жировловлювач; 4-усереднювач;
5- анаеробний EGSB-реактор; 6- піскові майданчики;

Стічні води із заводу потрапляють на етап механічної очистки води, що включає решітки та пісковловлювачі, а також надходять стічні води з цеху жировмісної продукції. Так як стічні води характеризуються великими коливаннями концентрацій забруднюючих речовин необхідно встановити усереднювач. Після усереднювача стічні води надходять до анаеробного EGSB-реактора. EGSB-реактор є вдосконаленою конструкцією UASB-реактора, це пов'язано з інтенсифікацією масообміну між гранулами мулу й стічною водою, яку обробляють [17]. Очищена вода з біореактора скидається у міську систему водовідведення.

**Таблиця 5.1. Показники концентрацій забруднень стічних вод
молокозаводу при попередньому локальному очищенні відповідно до
вимог скиду у міську систему водовідведення**

Показники	Концентрації неочищених стічних вод молокозаводу	Концентрації забруднень стічних вод після очищення	Вимоги скиду у міську систему водовідведення міста Луцьк
Завислі речовини, мг/дм ³	320	271	300
ХСК, мг/дм ³	1700	680	685
БСК _{повне} , мг/дм ³	950	313	350
Азот амонійний, мг/дм ³	41	15	15
Азот нітритів, мг/дм ³	0,11	0,11	3,5
Азот нітратів, мг/дм ³	20	20	40
Фосфати, мг/дм ³	27	5	5,60
Жири, мг/дм ³	50	50	50
pH	6,2-7,4	6,5-8,5	6,5-9,0

1.3. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста Луцьк та молокозаводу

Оскільки концентрації забруднень стічних вод молокозаводу перевищують норми скиду в міську систему водовідведення, то пропонується попереднє локальне очищення стічних вод молокозаводу та подальше сумісне очищення на міських очисних спорудах суміші попередньо очищених на локальних очисних спорудах стічних вод молокозаводу та стічних вод міста.

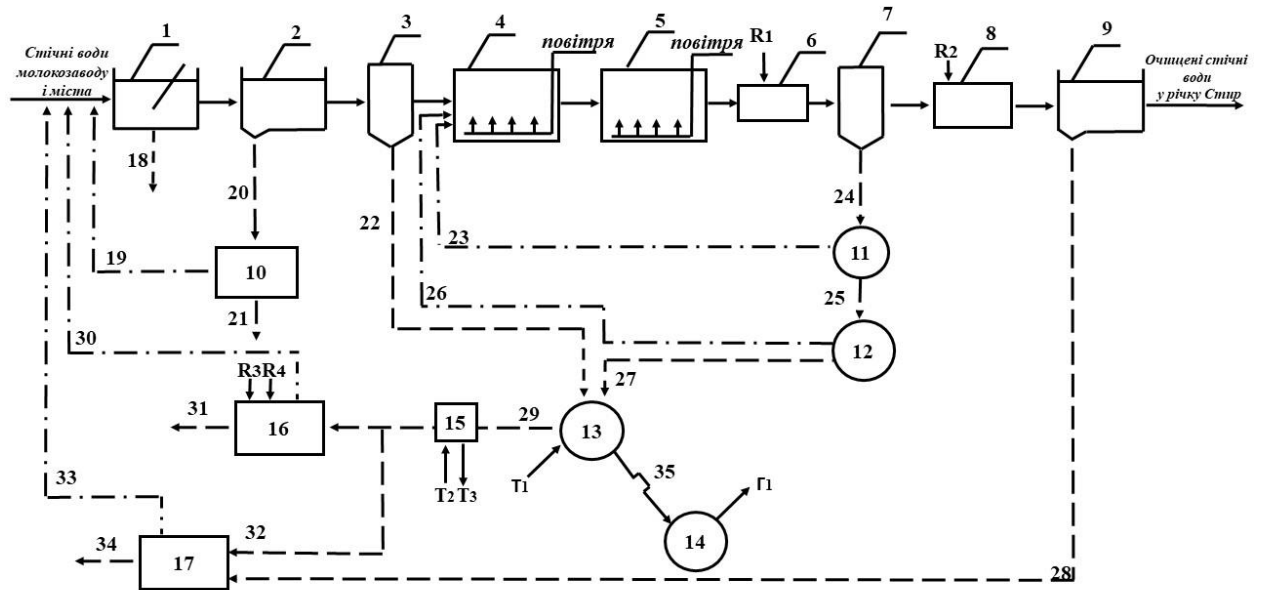


Рис. 6. Технологія багатоступеневого біологічного очищення стічних вод міста і молокозаводу з видаленням сполук азоту та фосфору:

1 - решітки; 2 - пісковловлювачі; 3 – первинні відстійники; 4 – аеротенки;

5 – аеротенк-нітрифікатор; 6 - змішувач типу лотка Паршалля для видалення фосфору; 7 – вторинні відстійники; 8 - змішувачі; 9 - контактні резервуари; 10 – піскові майданчики; 11 – насосна станція активного мулу;

12 – мулоуцільнювачі; 13 – метантенки; 14 – газгольдери; 15 – камера дегельмінтизації; 16 – фільтр-преси; 17 – аварійні мулові майданчики;

18 – відходи з решіток на вивезення; 19, 33 – дренажна вода; 20 – піщана пульпа; 21 – пісок на вивезення; 22 – сирий осад; 23 – рециркуляційний активний мул;

24 – активний мул на насосну станцію; 25 – надлишковий активний мул; 26 – мулова вода; 27 – уцільнений надлишковий активний мул; 28 – осад, утворений в контактних резервуарах;

29, 32 - зброджений осад; 30 – фільтрат; 31, 34 – зневоднений осад на вивезення; 35- біогаз; R_1, R_3 – коагулянт $FeCl_3$, R_2 – гіпохлорит натрію;

R_4 - підлужуючий розчин $Ca(OH)_2$; T_1, T_2, T_3 – теплоносії;

G_1 – газ на використання

Стічні води молокозаводу після попереднього локального очищення направляються на етап механічного очищення, який включає: решітки, пісковловлювачі та первинні відстійники. Відходи, які затримуються на решітках вивозяться на сміттєспалювальний завод. Мінеральні забруднення осаджуються в пісковловлювачах. Піщана пульпа із пісковловлювачів направляється на піскові майданчики, де зневоднюється та періодично видаляється. Забруднення, які знаходяться у завислому стані, видаляються у первинних відстійниках. Осад, утворений у первинних відстійниках направляється на зневоднення, а потім на зброджування в метантенк.

Під час біологічного очищення, для очищення стічних вод використовують споруди: аеротенк та аеротенк-нітрифікатор. Після первинного відстійника стічні води направляються в аеротенк із безперервною пневматичною аерацією, де відбувається вилучення та окиснення органічних речовин. Після аеротенку вода поступає в аеротенк-нітрифікатор, де відбувається процес перетворення сполук амонійного азоту в нітриту. Після аеротенка-нітрифікатора стічна вода поступає на дефосфатацію у змішувач типу лотка Паршаля, який забезпечує змішування стічної води з коагулянтном FeCl_3 для вилучення сполук фосфору.

Після біологічної очистки стічну воду направляють у вторинні відстійники. Активний мул надходить на насосну станцію активного мулу, де розділяється на рециркуляційний мул та надлишковий мул, який направляється на мулоущільнювач. Від мулоущільнювача ущільнений надлишковий мул направляється до метантенку, а мулова вода надходить в аеротенк. Завдяки біологічному методу очищення можна звільнитися від органічних та мінеральних забруднень, що залишилися в стічних водах після механічного очищення.

Після вторинних відстійників стічна вода направляється у змішувач. У змішувач подається розчин NaOCl , де відбувається змішування стічної води та реагенту, після чого направляється у контактний резервуар, де витримується 30 хвилин для проходження реакцій окиснення.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Утворений осад у контактних резервуарах направляється на підсушування на аварійні мулові майданчики. Після цього знезаражена очищена стічна вода скидається у річку Стир.

Дана технологія передбачає переробку осадів та надлишкового активного мулу. Осади зброджують у метантенку, при цьому подається теплоносій, газ направляється до газгольдеру, а вже звідти подається на використання. Після чого зброджений осад направляється у камеру дегельмінтизації, в яку подається теплоносій, після цього подається на фільтр-преси для зневоднення, попередньо додаючи коагулянт FeCl_3 та розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Зневоднений осад вивозиться, а фільтрат направляється на початковий етап механічної очистки.

Таким чином, наведена багатоступенева технологія біологічного очищення стічних вод дозволяє очистити стічну воду від органічних, неорганічних та мінеральних забруднень та отримати задовільні значення показників, які відповідають санітарним вимогам скиду очищених стічних вод у річку Стир.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

1.4. Характеристика біологічного агента

Активний мул складається з живих організмів та твердого субстрату. Біоценоз активного мулу представлений бактеріями, найпростішими, дріжджами, водоростями, зрідка - личинками комах та рачків [5].

Вміст сухої речовини активного мулу становить 70-90% органічних та 10-30% неорганічних речовин. В активному мулі знаходяться організми різних груп, які залежить від складу стічних вод, вмісту в них кисню, температури, реакції середовища, змісту солей та інших факторів. Наприклад, хімічний склад активного мулу системи очищення коксохімічного заводу відповідає формулі $C_{97}H_{199}O_{53}N_{28}S_2$; заводу азотних добрив - $C_{90}H_{167}O_{52}N_{24}S_8$; суміші промислових та побутових стічних вод - $C_{111}H_{12}O_{82}N_{20}S$, а у міських стічних вод - $C_{54}H_{212}O_{82}N_8S_7$ [19].

Активний мул це дрібні пластівці кольором від світло-коричневого до темно коричневого та навіть чорного. Здатність мулу до утворення пластівців залежить від виду бактерій, віку, складу середовища та показників їх середовища, хоча механізм утворення пластівців на даний час ще не доведений [20].

Якість мулу можна визначити завдяки швидкості його осадження та ступення очищення рідини. Наприклад, великі пластівці осідають швидше, ніж дрібні. Стан мулу може охарактеризувати показник мулового індексу, чим гірше осідає мул, тим більш високий муловий індекс він має [21].

За екологічною класифікацією групи мікроорганізмів поділяються на аеробів і анаеробів, термофілів і мезофілів, галофілів і галофобів. В активному мулі наявні представники чотирьох видів найпростіших: саркодові, джгутикові, війні і сисні інфузорії представлені на рис.7. [23]. Лише основна група бактерій бере безпосередню участь у процесі очищення стічних вод, а інші групи мікробів підготовляють середовище для існування мікроорганізмів, забезпечують живильними та рослинними речовинами й утилізують продукти окислювання.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Кожна група бактерій об'єднується між собою за однаковими харчовими потребами. Найбільш поширеною групою є бактерії родів *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Bacterium*, *Pseudobacterium* та *Bacillus* [21].

Організми активного мулу перебувають на різних трофічних рівнях. Гетеротрофні бактерії, водорості, сапрофітні гриби та сапрофітні найпростіші становлять I трофічний рівень. Голозойні найпростіші – II трофічний рівень, а окремі види нематод, хижих коловерток, ссисних інфузорій, хижих грибів – III трофічний рівень [25].

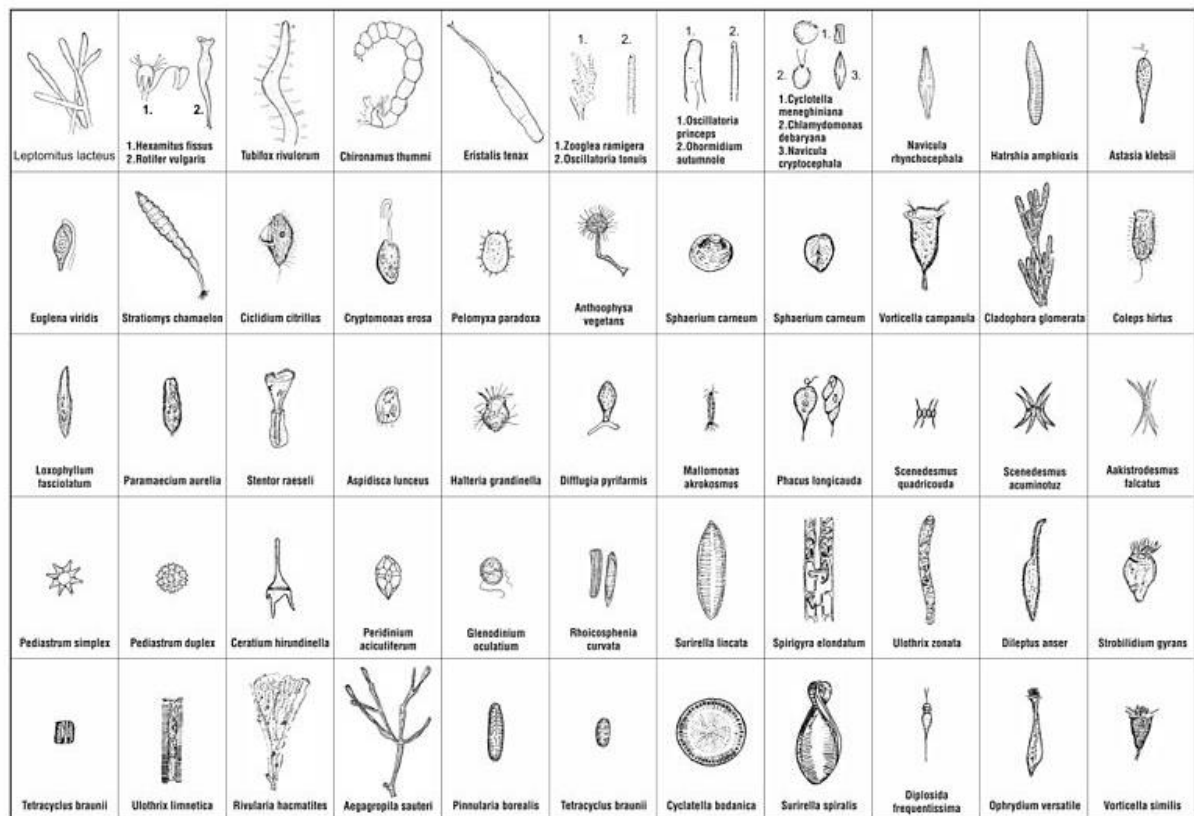


Рис. 7. Біоценоз активного мулу

Як відомо, однією з найважливіших характеристик сформованого біоценозу активного мулу є його здатність до флокуляції, яка і визначає ефективність біологічної очистки стічних вод. Флокуляційні якості визначаються фізичними та біохімічними властивостями активного мулу, визначаючи форму, розміри і щільність пластівців, а також складом мікрофлори і фауни.

Розрізняють такі види мулу [18]:

- Задовільно працюючий мул - характеризується великою розмаїтністю найпростіших, всі організми досить рухливі у жвавому стані.
- Голодуючий мул - характеризується дрібними розмірами найпростіших організми стають прозорими.
- Нітрифікуючий мул – характеризується невеликою кількістю коловерток. Переважають прикріплені інфузорії, великі амеби.
- Перевантажений мул являє собою велику кількість безбарвних джгутикових, дрібних амеб і інших дрібних інфузорій.
- Мул при недостатній кількості кисню характеризується великою різноманітністю джгутикових. У цьому мулі коловертки нерухливі, застигли у витягнутому стані та відмирають.

Гранульований анаеробний активний мул, який використовується у UASB-реакторі під час анаеробного процесу, зображений на рис.8 та рис.9.

Гранульована біомаса являє собою щільні агрегатні утворення та є продуктом іммобілізації біомаси анаеробного мулу [24].



Рис.8. Гранульований активний мул

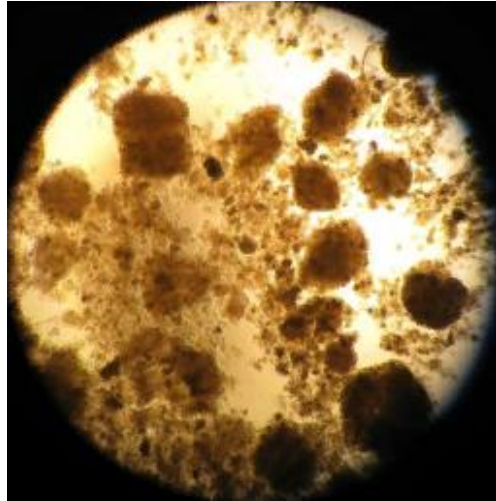


Рис. 9 . Мікроскопічне зображення гранульованого мулу

Гранульований анаеробний мул містить більш високу кількість сухої речовини, тому він є більш стабільний, ніж мул, який утворює пухкі флокулярні утворення, а також завдяки високій зольності, відрізняється високою здатністю до вологовіддачі та не вимагає операції попереднього згущення перед його зневодненням [17].

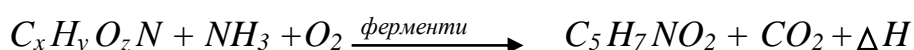
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

2.1. Схема перебігу процесів у спорудах біологічного очищення стічних вод

Під час процесу очищення стічних вод мікроорганізми відіграють основну роль у процесах перетворення речовини, що протікають усередині їх клітин. Ці процеси закінчуються окислюванням речовини з виділенням енергії і синтезом нових речовин з витратою цієї енергії.

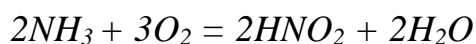
Якщо в стічних водах знаходиться кілька видів речовин, то процес окислювання залежить від змісту та структури всіх розчинених органічних речовин [11].

Сумарні реакції біохімічного окислювання в аеробних умовах можна представити в наступному виді:



Для вилучення амонійного азоту із стічних вод використовують метод біологічної нітрифікації-денітрифікації.

Нітрифікація - це процес біохімічного окислення амонійного азоту до солей азотистої кислоти чи нітритів, а потім до солей азотної кислоти чи нітратів [26]. Нітрифікація амонійного азоту здійснюється в два ступені автотрофними бактеріями. Перший ступінь – нітритний - амонійний азот окислюється до нітритів бактеріями роду *Nitrosomonas* і *Nitrosococcus*, а другий ступінь – натратний - нітрити окисляються в нітрати бактеріями роду *Nitrobacter* і *Nitrocystis* [26,27]:



Процеси нітрифікації припиняються якщо концентрацій у воді розчиненого кисню менше 1 мг/дм³.

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата				
Розроб..	Александрович І.В.				БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	Стадія	Арк	Аркушів
Перевір.	Саблій Л.А.						32	
Керівник	Саблій Л.А.					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ		

При нітрифікації рекомендовано підтримувати концентрації розчиненого кисню близько 2 мг/дм³ [27].

Оптимальними значеннями рН для бактерій роду *Nitrosomonas* складають 7,9-8,2, а для бактерій роду *Nitrobacter* - 7,2-7,6 [15].

Денітрифікація - це процес окислення органічних речовин киснем із одночасним відновленням азоту, який видаляється в атмосферу. Процес денітрифікації полягає у метаболічній діяльності гетеротрофних аеробних бактерій, які використовують як акцептор електронів молекулярний кисень для окислення органічних речовин, а акцептор електронів відсутній, використовують нітрити та нітрати [25].

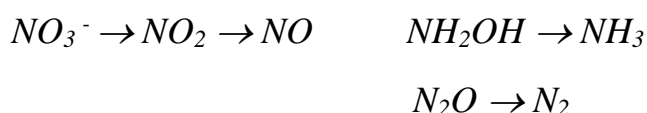
Денітрифікація відбувається в два етапи:

- 1) нітрати відновлюються до нітритів;
- 2) нітрити відновлюються до молекулярного азоту [26].

Для здійснення процесу денітрифікації необхідно забезпечити такі умови:

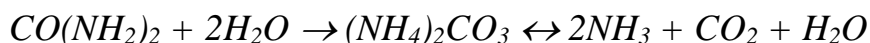
- наявність органічних речовин;
- невеликий доступ кисню;
- нейтральна чи слабо лужна реакції.

Денітрифікація протікає за такою реакцією з утворенням азоту:



Азотні сполуки розкладаються з виділенням азоту у виді аміаку.

Сечовина розкладається по рівнянню:



Аеробний метод використовує аеробні мікроорганізми, для яких необхідний постійний кисень та температура в межах 20 - 40 С. Аеробні бактерії є факультативними анаеробами та розвиваються при відсутності кисню за рахунок інших акцепторів електрона - анаеробне дихання або при бродінні - субстратне фосфорилування. Продуктами життєдіяльності є вуглекислота, водень, органічні кислоти та спирти [27].

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Анаеробний катаболізм поділяють на 3 стадії (рис. 11) [29]:

- 1 стадія включає розклад полісахаридів до гексоз та пентод, ліпіди розкладаються до жирних кислот та гліцеролу, а також інших компонентів, білки розкладаються до амінокислот.
- 2 стадія – продукти, утворені на першій стадії: гексози, пентоди та гліцерил розщеплюються до піровиноградної кислоти, яка потім перетворюється у ацетил коферменту А. Ацетил КоА є спільним кінцевим продуктом другої стадії катаболізму.
- 3 стадія - ацетильна група ацетил КоА вступає в цикл трикарбонових кислот та окислюються до кінцевих продуктів: CO_2 , H_2O , NH_4 .

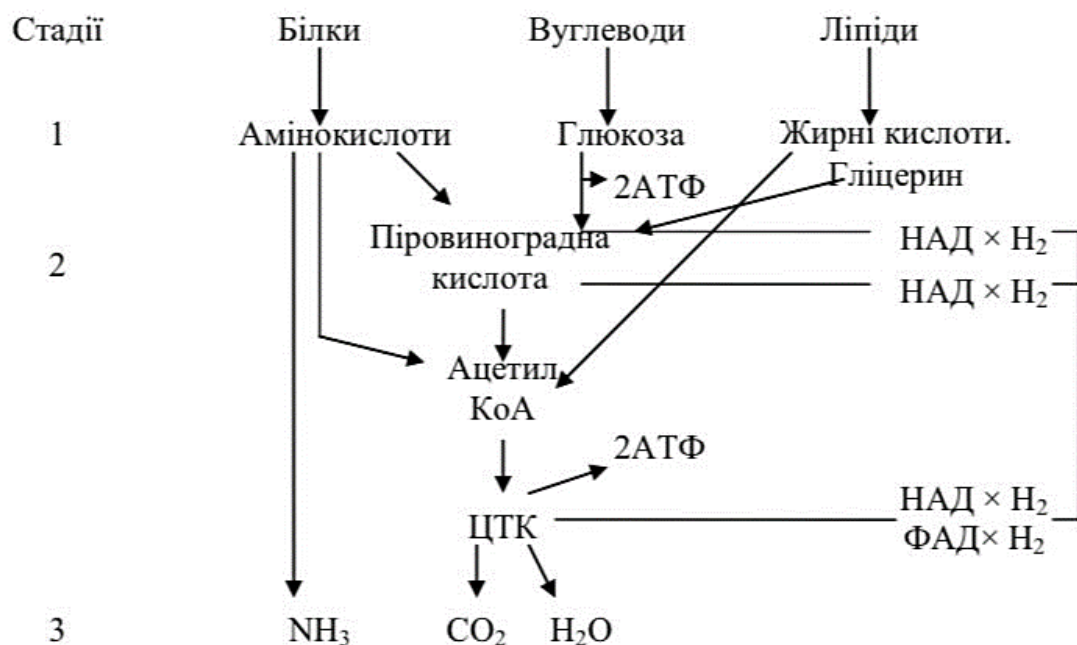
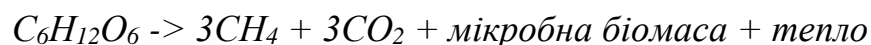


Рис.11. Стадії анаеробного катаболізму [7]

Сумарний енергетичний баланс повного розкладу речовин представляє собою 38 АТФ.

Для зброджування осадів стічних вод використовується метанове бродіння, яке відбувається за такою схемою:



Біохімічна активність мулу залежить від фази розвитку та пов'язаної із нею швидкості росту мікроорганізмів.

В умовах достатності розчиненого кисню процес розвитку активного мулу видляють 5 фаз:

- ❖ I - фаза пристосування. Під час цієї фази концентрація мікроорганізмів лишається постійною, тобто клітини не діляться.
- ❖ II - фаза експоненціального росту. Під час цієї фази відбувається максимально швидко поділ клітин та відбувається інтенсивне споживання субстрату.
- ❖ III - фаза уповільненого росту. Під час цієї фази відбувається уповільнення поділу клітин.
- ❖ IV - стаціонарна фаза. Під кінець цієї фази субстрат практично зменшується, бактеріальні клітини починають утворювати пластівці.
- ❖ V - фаза самоокислення. Під час цієї фази відмерлі клітини розкладаються, органічні речовини, що утворюються окисляються живими бактеріальними клітинами [7].

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом очищення стічних вод молокозаводу та міста Луцьк є очищена стічна вода до норм скиду у водойму згідно з допустимими значеннями концентрацій.

Дана вода є безпечною та має задовільні органолептичні показники.

Таблиця 12. Показники суміші стічної води молокозаводу та міста до та після очищення

Показники	Величина показників в стічній воді		Норми скиду у річку
	До очищення	Після очищення	
Завислі речовини, мг/дм ³	271	15	40
БСК _{повн} , мг/дм ³	313	15	70,1
ХСК, мг/дм ³	364	72	112
Загальний азот, мг/дм ³	28	13	-
азот амонійний, мг/дм ³	15	0,5	0,5
Нітрати, мг/дм ³	3	10	40
Нітрити, мг/дм ³	0,02	0	0,08
Фосфати, мг/дм ³	5,3	1,1	3,5
pH	6,2-7,4	6,8- 7,5	6,5-8,5
ПАР	8,17	0,4	0,5

РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРИЙНЯТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

3.1. Сировина та матеріали

Таблиця 3.1. Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів

Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів Найменування	Категорія і номер НТД згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення
1. Основна сировина:		
1.1. Неочищена стічна вода	ДБН В.2.5-75:2013; СанПиН 4630-88	Витрата стічних вод – 60 000 м³/добу; ХСК – 2100 мг/ дм³; БСК – 313 мг/ дм³; ЗР – 271 мг/дм³; Нітрати – 20 мг/дм³; Азот амонійний – 41 мг/ дм³; Фосфати – 27 мг/ дм³
1.2. Повітря		33 920 м³/добу 5628,3 м³/добу
2. Допоміжна сировина:		
2.1. Вода водопровідна	ДСТУ 7525:2014. Вода питна	Кольоровість, каламутність, смак, рН, жорсткість, вміст м/о і бактерій
2.2. Вода технічна		Вміст твердих завислих речовин, солей жорсткості, рН

					ЕКБ.БЕ9114-МД			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	ОПИС ПРИЙНЯТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД			
Розроб..	Александрович І.В.							
Перевір.	Саблій Л.А.							
Керівник	Саблій Л.А.							
					Стадія Арк Аркушів 38			
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ			

продовження таблиці 3.1

2.3. Підлужуючий реагент NaOCl	ТУ У 6-05761620.014-99	
2.4. Коагулянт FeCl ₃	ТУ У 6-18-33-85	
2.5. Теплоагент		
2.6 Гашене вапно	ДСТУ 9262-97	Однорідний сипучий матеріал білого кольору
2.7. Газ		
2.8. Зневоднений осад	СанПіН 2.1.7.573- 96	На вивезення
2.9. Пісок		На вивезення

3.2. Опис вибраної технологічної схеми очищення стічних вод міста та молокозаводу

Опис технологічного процесу

ДР 1. Підготовка аераційного повітря

ДР 1.1. Забір повітря з атмосфери

Забір повітря здійснюється шляхом забору атмосферного повітря за допомогою повітрозбірника ПЗ-1 з точкою забору 4 м вище рівня землі. Мінімальна температура $t_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$ і максимальна температура $t_{\max} = +40^{\circ}\text{C}$

ДР 1.2. Фільтрування повітря

На цьому етапі повітря очищують крізь волокнистий фільтр Ф-2, який затримує пил та механічні частки.

ДР 1.3.Компресування повітря

Застосовують повітродувки П-3 з продуктивністю від 190 м³/хв зі стисненням повітрям до 0,163 МПа. Підготовлене повітря надходить до аеротенку та аеротенку-нітрифікатору.

ДР 2. Процес електролітичного одержання гіпохлориту натрію

Для цього процесу сухий порошок NaCl змішується з підготовленою технічною водою у спеціальній установці для отримання гіпохлориту натрію. Готовий розчин подається до ТП 8.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ДР 3. Приготування розчину FeCl_3

На даному етапі готують розчин FeCl_3 з концентрацією $C=5\%$, змішують його з водопровідною водою та подають до ТП 6.3. та ПВ 9.3 як коагулянт.

ДР 4. Приготування розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Для підлуження подають у стічну воду реагент - розчин гашенового вапна з концентрацією $C=1\%$ до ПВ 9.3

ТП 5. Механічне очищення стічних вод

ТП 5.1. Очищення стічних вод на решітках

Застосовуються решітки-дробарки, які затримують та подрібнюють крупне сміття. Очищення здійснюють на решітках-дробарках РД-16.

ТП 5.2. Очищення на пісковловлювачах

Пвидалення крупних механічних домішок розміром від 0,15 мм до 0,25 мм у пісковловлювачах П-17, накопичення яких може знижувати ефективність роботи споруд очищення. Піщану пульпу періодично вивантажують та подають на піскові майданчики до ЗВ 10.2.

ТП 5.3. Відстоювання в первинних відстійниках

Стічні води подають до первинних радіальних відстійників В-18. Це залізобетонні споруди діаметром 18 м. Осад збирається до зони осаду, видаляється та направляється до М-27. Освітлена вода відводиться по кільцевому каналу у відвідну кишеню, а потім направляється до ТП 6. Ефективність освітлення складає 49%.

ТП 6. Біологічне очищення стічних вод

ТП 6.1 Очищення стічних вод в аеротенку

В аеротенк А-19 з регенерацією, подається стічна вода після первинного відстійника. Після чого суміш води з активним мулом направляється до аеротенку-нітрифікатору. На даному етапі здійснюється технічний, хімічний та мікробіологічний контроль.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТП 6.2 Очищення стічних вод в аеротенку-нітрифікаторі

В нітрифікатор Н- 20 подається стічна вода із аеротенку та попередньо підготовлене повітря від ДР 1, процес нітрифікації триває 2,8 годин.

ТП 6.3. Змішування стічної води у змішувачі типу Лоток Паршаля

В змішувач ЛП-21 подається стічна вода із аеротенка-нітрифікатору, яка змішується з коагулянтном FeCl_3 , для вилучення сполук фосфору у стічній воді.

ТП 7. Вторинне відстоювання

У вторинних відстійниках В-22 відбувається осадження активного мулу, утворена мулова вода направляється на насосну станцію, а рециркуляційний мул направляється до аеротенку А-19.

ТП 8. Знезараження очищеної стічної води

На цій стадії відбувається змішування у резервуарі Р-23 стічної води з гіпохлоритом натрію, який надходить від ДР 2.

Після змішування з реагентом стічні води потрапляють на знезаражування до контактного резервуара КР-24. Стічна вода контактує з хлорною водою протягом 30 хв.

ПВ 9. Обробка осаду та надлишкового активного мулу

ПВ 9.1. Ущільнення надлишкового активного мулу

При даному етапі вологість осаду знижується до 96-97 % за допомогою мулоущільнювача М-26, що сприяє зменшити розміри наступних споруд обробки осадів та покращити очистку.

ПВ 9.2 Збродження осаду в метантенку

До метантенку М-27 підводиться тепло, яке забезпечує підтримання термофільних умов (53-55 °С) в процесі зброджування.

П.В. 9.3 Знезараження осаду у камері дегельмінтизації

Осади з метантенку М-27 потрапляють у камеру дегельмінтизації К-28 для знезараження осаду на 15 діб. У камеру дегельмінтизації подається теплоносій.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ПВ 9.4 Коагуляція та флокуляція осаду

Осад обробляється розчином коагулянту – FeCl_3 концентрацією $C=5\%$. Для підлуження розчин гашеного вапна $C=1\%$, реагенти подаються від ДРЗ та ДР4.

ПВ 9.5 Зневоднення осаду на фільтр-пресі

Осад з камери дегельмінтизації поступає на фільтр-преси Ф-30 для зневоднення. Робочий тиск 0,16 мПа, здійснюється технічний контроль тиску. Утворений фільтрат подається на стадію ТП 5.1, а утворений осад на аварійні мулові майданчики для збереження.

ПВ 9.6. Акумуляція газу в газгольдері

Подається газ від метантенку до газгольдеру, а також технічна вода, після чого газ на використання.

ЗВ.10 Утилізація відходів

ЗВ 10.1 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках

Осад з усіх стадій очищення та переробки надходить на мулові майданчики АМ-31 для підсушування. Підсушений осад вивозиться, а дренажна вода направляється на ТП 5.1.

ЗВ 10.2 Підсушування піщаної пульпи на піскових майданчиках

Підсушений пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється на ТП 5.1.

3.3. Контроль процесу очищення стічної води

Для отримання необхідних показників якості очищеної стічної води на певному етапі технологічного процесу здійснюють методи контролю, наведені в таблиці 3.2.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2. Параметри контролю виробництва

№	Стадія процесу	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Стічні води молокозаводу та міста Луцьк	Витрати тічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	60 000	К _т	Акустичний витратомір
	Стічні води молокозаводу та міста Луцьк	pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо- добова проба)	6,2-7,4	К _х	Іономір лаборатор- ний І- 1 60. Клас точності 3.
		Масова концентра ція завислих речовин мг /дм ³	1 раз на добу	271	К _х	КНД 211.1.4.039- 95

продовження таблиці 3.2.

		БСК _{повн} мг/дм ³	2 рази на тиждень	313	K _x	КНД 211.1.4.039-5
		Масова концентра ція азоту амонійно- го, мг/дм ³	1 раз в денну зміну	41	K _x	КНД 211.1.4.039- 95
		Масова концентра ція фосфору, мг/дм ³	1 раз в денну зміну	27	K _x	КНД 211.1.4.039- 95
		Температу ра , °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18,5	K _T	Вимірюванн я термометром
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітроду- вці, МПа	1 раз за годину	0,163	K _T	Манометр ОБМ1-100
3	Підготовка підлужуючого реагента	Масова концентра ція Ca(OH) ₂	1 раз за добу	1	K _x	Концентрато мір КОХ-1

								Арк.
					ЕКБ.БЕ9114-МД			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	44			

продовження таблиці 3.2.

	Приготування розчину коагулянту FeCl_3	Масова концентрація FeCl_3	1 раз за добу	5	K_x	Концентрато мір КОХ-1
4	Очищення стічних вод на решітках	Масова концентрація домішок	1 раз на добу		K_T	КНД 211.1.4.039-95
5	Очищення стічних вод на пісковловлювачах		1 раз на добу		K_T	КНД 211.1.4.039-95
6	Первинне відстоювання	Ефективність видалення завислих речовин	2 рази на тиждень		K_x	КНД 211.1.4.039-95

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

7	Очищення в аеротенку	Масова концентрація БСК на виході, мгО ₂ /дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу	313	К _x	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18-20	К _т	Вимірювання термометром
8	Очищення стічних вод у аеротенку-нітрифікаторі	Тривалість	1 раз на добу	2,8	К _т	Вимірювання секундоміром
9	Змішування стічної води у змішувачі типу	Доза FeCl ₃	1 раз на добу		К _x	Концентраціometr KOX-1
10	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу	3 рази на тиждень	99	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

11	Змішування змішувача з гіпохлоритом	Доза NaOCl	1 раз на добу	30	K _x	Концентратом ір KOX-1
12	Обробка осаду та лишкового активного мулу	Доза FeCl ₃ , Ca(OH) ₂ , подавання еполагенту	1 раз на добу	5	K _x	Концентратом ір KOX-1
13	Знезараження осаду у камері дегельмінтизації	подавання еполагенту	1 раз на добу			Концентратом ір KOX - 1
14	Піскові майданчики	Вологість піданої пульпи	1 раз на тиждень	80	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою аналізаційних існих споруд
15	Мулові майданчики	Вологість осаду	1 раз на тиждень	80	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою аналізаційних існих споруд

3.4. Матеріальний баланс

Використано				Отримано			
Стадія	Назва сировини	Кількість		Стадія	Назва сировини	Кількість	
		кг	м ³			кг	м ³
ДР 2	Розчин гіпохлориту натрію	63,3		ТП 5	Неочищена стічна вода		57998
ДР 3	Розчин коагулянту	9		ТП 6	Очищене повітря		37567
ТП 5	Неочищена стічна вода		60 000		Витрати	21547,3	
ТП 6	Аераційне повітря		39 549				
Всього:			99621,3	Всього:			117112,3

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА ЛУЦЬК І МОЛОКОЗАВОДУ

4.1. Класифікація аеротенків та їх переваги з іншими спорудами біологічного очищення

Аеротенк - відкрита споруда, в яку поступає стічна вода з органічними забрудненнями, подається повітря і рециркулюючий активний мул [13].

Аеротенки використовують для процесів повного та неповного біологічного очищення стічних вод. Відповідно до технологій, стічні води надходять до аеротенків після споруд механічного очищення [30].

При біологічному очищенні стічних вод в аеротенках розчинені органічні речовини, які не випадають в осад, переходять в активний мул та спричиняють приріст вихідної біомаси [15].

Завдяки аеротенкам важливо забезпечити високий ступінь очищення стічних вод та довести вміст органічних речовин в очищених стічних водах за БСК_{повн} до 15 мг/л [16].

Аеротенки класифікують за основними ознаками:

- 1) за гідравлічним режимом (аеротенки - витиснювачі, аеротенки - змішувачі та аеротенки з розосередженим впуском стічної води).
- 2) за способом регенерування активного мулу (з окремою регенерацією активного мулу і аеротенки без окремої регенерації активного мулу).
- 3) за навантаженням на активний мул (високонавантажувані, нормально навантажувані та низьконавантажувані).
- 4) за кількістю ступенів (одноступеневі, двохступеневі та багатоступеневі).
- 5) за типом аерації (пневматична, механічна, комбінована гідродинамічною або пневмомеханічною) [17].

					ЕКБ.БЕ9114-МД			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Стадія	Арк	Аркушів
Розроб.		Александрович І.В.					49	
Перевір.		Саблій Л.А.						
Керівник		Саблій Л.А.				НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ		

Аерація необхідно розміщувати по всій довжині аеротенка, щоб забезпечити мікроорганізми - мінералізатори достатньою кількістю кисню, а також для підтримання мулу у завислому стані. Кисень подається в аеротенк повітродувками або постачається з атмосфери [27].

Перевагою аеробного біологічного очищення стічних вод є:

1. Висока швидкість процесу та використання речовин в низьких концентраціях.
2. Конструкція аеротенків дуже компактна, це дозволяє розміщати установку на ділянках різного розміру.
3. При переробці органічних відходів виділяється велика кількість енергії, тому конструкція не потребує утеплення.

В аеротенках відбувається процес абсорбції органічних речовин активним мулом, це дозволить знизити початкову БСК_{повне} на 50–70 % [15].

На сьогоднішній день аеротенки є найпоширенішими спорудами біологічного очищення, адже вони є найбільшими та енергозатратними ємнісними очисними, які використовують при очистці стічних вод.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Розрахунки витрат та концентрацій забруднень

Розрахунок витрат стічних вод

Середня витрата стічних вод міста і підприємства складає:

$$Q_{\text{сер доб}} = 60\,000 \text{ м}^3/\text{добу}, \text{ побутових } Q_{\text{сер доб г-п}} = 54\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати стічних вод підприємства:

$$Q_{\text{пп}}^{\text{доб}} = 60\,000 - 54\,000 = 6000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Середньогодинна витрата стічної води міста Луцьк і молокозаводу:

$$Q_{\text{сер год}} = \frac{Q_{\text{сер доб}}}{24} = \frac{60\,000}{24} = 2500 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Середньосекундна витрата суміші стічних вод складає:

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} = \frac{2500}{3600} = 0,694 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} \cdot 1000 = 694 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Максимальна секундна витрата:

$$q_{\text{max с}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 1,492 \cdot 694 = 1035,4 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Мінімальна секундна витрата:

$$q_{\text{min с}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 0,667 \cdot 1035,4 = 690,6 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де $q_{\text{сер.с}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$,

$K_{\text{max}}, K_{\text{min}}$ – коефіцієнти максимальної і мінімальної нерівномірності водовідведення.

$K \backslash q_{\text{сер с}}$	100	300	500	1000	Більше 5000
K_{max}	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
K_{min}	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

За методом лінійної інтерполяції, враховуючи значення середньосекундних витрат коефіцієнти становлять $K_{\text{min}} = 0,667$, $K_{\text{max}} = 1,492$,

Максимальна годинна витрата:

$$Q_{\text{max год}} = 3,6 \cdot q_{\text{max.с}} = 3,6 \cdot 1035,4 = 3727,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість мешканців, які проживають в місті:

$$N = \frac{Q_{\text{сер.доб}}^{\text{поб}}}{a} \cdot 1000, \text{чол.}$$

a – норма водовідведення, що становить $240 \text{ м}^3 / \text{чол.доб}$

$$N = \frac{54000}{240} \cdot 1000 = 225\,000 \text{ чол.}$$

Розрахунок концентрації забруднень

Концентрація забруднень у господарсько-побутових та стічних вод:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{65 \cdot 225000}{54000} = 271 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Концентрація органічних речовин за $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{сумБСКповн}} = \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{БСК}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{75 \cdot 225000}{54000} = 313 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Розрахунок концентрації ПАР у господарсько-побутових водах:

$$C_{\text{сумПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{ПАР}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{2,5 \cdot 225000}{54000} = 10,4 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Концентрація забруднень завислих речовин у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{271 \cdot 54000 + 15 \cdot 6000}{60000} = 245 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Концентрація органічних речовин за $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у суміші господарсько-побутових стічних та стічних водах:

$$C_{\text{сумБСКповн}} = \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{БСК}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{313 \cdot 54000 + 260 \cdot 6000}{60000} = 308 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Розрахунок концентрації ПАР у суміші господарсько-побутових та виробничих водах:

$$C_{\text{сумПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{ПАР}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{8,3 \cdot 54000 + 7 \cdot 6000}{60000} = 8,17 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{1,3 \cdot 2,8}{200} = 0,0182,$$

де $V_{\text{ср}}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, 1,3 м/с; $H_{\text{ср}}$ - середня глибина річки на тій же ділянці, 2,8 м.

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q_{\text{ср.с}}}} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0182}{0,694}} = 0,53$$

де $\varphi=1,2$ - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму. Приймається русловий випуск – 1,5; q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму – 0,694 м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{q_{\text{ср.с}}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,53 \sqrt[3]{3000}}}{1 + \left(\frac{22}{0,694}\right) e^{-0,53 \sqrt[3]{3000}}} = 0,984$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, 3000 м; Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, 22 м³/с; q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму 0,694 м³/с.

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{\text{зр}}^{\text{доп}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q_{\text{ср.с}}} + 1 \right) + C_{\text{ф}} = 0,75 \cdot \left(\frac{0,984 \cdot 22}{0,694} + 1 \right) + 13 = 40 \text{ мг/дм}^3$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм^3 ($0,75 \text{ г/м}^3$); C_{ϕ} - фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод - 13 мг/дм^3 .

Допустимі значення $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{доп}} = \frac{\gamma \cdot Q}{q_{\text{сер.с.}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{ГДК}}^{\text{БСК}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\text{БСК}}^p \right) + \frac{C_{\text{ГДК}}^{\text{БСК}}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,984 \cdot 22}{0,694} \cdot \left(\frac{6}{10^{-0,087 \cdot 0,026}} - 4,2 \right) + \frac{6}{10^{-0,087 \cdot 0,026}} = 70,1 \text{ мг/дм}^3$$

$C_{\text{БСК}}^n$ - гранично-допустимі значення $BCK_{\text{повн}}$ у розрахунковому створі річки, 6 мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^{\phi}$ - фонові значення $BCK_{\text{повн}}$ у воді річки до місця випуску стічних вод, $4,2 \text{ мг/дм}^3$; $k = 0,087$ - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба^{-1} ([21] дод. К, табл. К.1);

Тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу :

$$t = \frac{L}{V_{\text{сер}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3000}{1,3 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,026 \text{ доб},$$

L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, 3000 м ; $V_{\text{сер}}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, $1,3 \text{ м/с}$.

Розрахунок допустимого $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненням у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{\text{БСК}}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot q_{\text{сер.с.}}} \cdot \left(O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\phi} - O_{\min} \right) - \frac{O_{\min}}{0,4} = \frac{0,984 \cdot 22}{0,4 \cdot 0,694} \cdot (7,7 - 0,4 \cdot 4,2 - 4) - \frac{4}{0,4} = 86,7 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{\text{БСК}}^{O_2}$ - $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, $86,7 \text{ мг/дм}^3$; O_{ϕ} – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, $7,7 \text{ мг/дм}^3$; O_{\min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм^3 :

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_{БСК}^{\phi}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод 4,2 мг/дм³; 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

За розрахункове значення БСК_{повн} приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримане значення концентрації завислих речовин (40 мг/дм³) свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення БСК_{повн} (70,1 мг/дм³), повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн}=15 мг/дм³, $C_{зр}=15$ мг/дм³.

4.4. Технологічні розрахунки основних споруд

4.4.1. Розрахунок первинних відстійників

Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках визначаємо за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{зр}^n - C_{зр}^к}{C_{зр}^n} \cdot 100\% = \frac{245 - 150}{245} \cdot 100 = 39\%,$$

де $C_{зр}^n=245$ мг/дм³ - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду; $C_{зр}^к=150$ мг/дм³ концентрація завислих речовин на виході зі споруди, [21].

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за таблицею:

Ефект освітлення $E_{set}, \%$	Тривалість відстоювання у стандартному циліндрі $t_{set}, \text{с}$, при концентрації $C_{зр}$ завислих речовин, мг/л	
	200	300
39	540	320

При $E_{set} = 39\%$ становить: $t_{set}=517\text{с}$.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 517 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,29}} = 1.95 \text{мм/с},$$

де $K_{set} = 0,45$ - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника; $H_{set}=3,0$ – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника; $\alpha=1,0$ - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод; $t_{set}=517$ с – тривалість відстоювання; $h = 0,5$ м – висота циліндра; n_2 – показник ступеня, який залежить від агломерації частинок, приймається 0,29.

Продуктивність первинного відстійника, для радіального типу відстійника:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (24^2 - 1,6^2) (1,95 - 0) = 1409 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де $D = 24$ м – діаметр відстійника,; $d = 1,8$ м – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника ; v - турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді.

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд [21, табл. 12.4-12.6].

Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{vax}}{q_{set}} = \frac{3727,4}{1409} = 2,64 \approx 3 \text{ шт},$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, 3727,4 м³/год.

Приймаємо 3 первинних радіальних відстійника діаметром 24 м.

Фактична продуктивність одного відстійника діаметром 24 м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{vax}}{N_{\phi}} = \frac{3257}{3} = 1086 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1119}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,54 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,54 \cdot 1,0 \left(\frac{0,45 \cdot 2,0}{0,5} \right)^{0,29}} = 739 \text{ с}.$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set}^{Φ} становить за (21, дод. К, табл. К.1): $E^{\Phi}=45,03\%$

Ефект освітлення $E_{\text{set}}, \%$	Тривалість відстоювання у станартному циліндрі $t_{\text{set}}, \text{с}$, при концентрації $C_{\text{зр}}$ завислих речовин, мг/л	
	200	300
30	540	320
40	650	450
50	900	640

При отриманому E^{Φ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \Phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\Phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 245 - \frac{45,03 \cdot 245}{100} = 135 \text{ мг} / \text{дм}^3.$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках,

$$M_{\text{ос}} = \frac{(C_{\text{зр}}^n - C_{\text{зр}}^{\kappa, \Phi}) \cdot Q_{\text{сер.доб}} \cdot K}{10^6} = \frac{(245 - 135) \cdot 60000 \cdot 1,2}{10^6} = 7,92 \text{ т} / \text{добу},$$

де $Q_{\text{сер.доб}}$ - витрата стічних вод, 60000 м³/доб; $K=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{100 - W_{\text{ос}}} = \frac{100 \cdot 7,92}{100 - 95} = 158,4 \text{ м}^3,$$

де $W_{\text{ос}}=95\%$ – вологість осаду.

Приймаємо за розрахунком кількість відстійників – 3 споруди, за типовим проектом ТП 902-2-363.83 типові розміри споруди:

- діаметр відстійника – 24 м;
- діаметр розподільного пристрою – 1,6 м;
- гідравлічна глибина – 3,4 м;
- висота зони осаду – 0,3 м;
- об'єм зони осаду – 210 м³.

4.4.2. Розрахунок аеротенка

Значення $БСК_{повн}$ суміші стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 308 мг/дм^3 . Згідно [8], при концентрації $БСК_{повн} < 500 \text{ мг/дм}^3$ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу ($БСК_{повн} > 150 \text{ мг/дм}^3$).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації $2,5 \text{ г/дм}^3$ та значення мулового індексу $85 \text{ см}^3/\text{г}$. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{85} - 2,5} = 0,27,$$

де a_a – доза мулу, що приймається $2,5 \text{ г/дм}^3$; J – муловий індекс, який приймається $85 \text{ см}^3/\text{г}$.

Згідно з [8, п.6.145], значення R , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше $0,3$, тому для подальших розрахунків приймається $R=0,3$.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 6,7 \text{ г/дм}^3.$$

Концентрація органічних забруднень за $БСК_{повн}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{261,8 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 205 \text{ мг/дм}^3,$$

де $C_{\text{сум,БСК}}^a = 261,8 \text{ мг/дм}^3$ - показник $БСК_{повн}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження $БСК$ після первинного відстоювання на 15% ; $C_{\text{БСК}}^k = 15 \text{ мг/дм}^3$ - показник $БСК_{повн}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення.

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{205}{15} = 1,8 \text{ год}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом:

$$\rho = \rho_{max} \frac{C_{BCK}^K \cdot C_o}{C_{BCK}^K \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{BCK}^K} \cdot \frac{1}{1 + \phi \cdot a_p} =$$

$$= 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6,7} = 16,5 \frac{мг}{г \cdot год},$$

де $\rho_{max} = 85$ мг/(г·год) – максимальна швидкість окиснення стічних вод [5, табл.40]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм³; K_L – константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає 33 мгБСК_{повн}/дм³ [21, табл.40]; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить 0,625 мгО₂/дм³ [21, табл.40]; ϕ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає 0,07 дм³ [21, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{sum,BCK}^a - C_{BCK}^K}{a_p (1 - S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{сер.p}} = \frac{261,8 - 15}{6,7(1 - 0,3) \cdot 16,5 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{25} = 6,4 год,$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{сер.p}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 25 °С .

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 6,4 - 1,8 = 3,1 год$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{сер} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,3) \cdot 1,8 + 3,1 \cdot 0,3 = 3,27 год$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{сер} = \frac{a_a (1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{сер}} = \frac{2,5(1 + 0,3) \cdot 1,8 + 3,1 \cdot 0,3 \cdot 6,7}{3,27} = 3,72 / дм^3.$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{sum,BCK}^a - C_{BCK}^K)}{a_{сер} \cdot (1 - S) \cdot t_{сер}} = \frac{24(261,8 - 15)}{3,7 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,13} = 700 \frac{мг}{г \cdot добу}.$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [21,табл.41], яке становить: $I_{\phi}=114 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^{\phi} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{114} - 2,5} = 0,39.$$

Приймається коефіцієнт рециркуляції 0,3.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора становить:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\max} = (1 + 0,3) \cdot 1,8 \cdot 3727,4 = 8722,1 \text{ м}^3;$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\max} = 3,1 \cdot 0,3 \cdot 3727,4 = 3467 \text{ м}^3,$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, $3727,4 \text{ м}^3/\text{год}$.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 8722,1 + 3467 = 12189,1 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{12189,1}{2} = 6095 \text{ м}^3.$$

Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною $H= 4,4 \text{ м}$; шириною секцій $B=6 \text{ м}$ [5, табл. 27.7].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{12189,1}{6 \cdot 4,4 \cdot 2 \cdot 3} = 77 \text{ м},$$

де $N = 2$ – кількість секцій аеротенка, шт.; $n_k = 3$ – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{3467}{12189,1} \cdot 100 = 29\%$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{\kappa, \phi} + K_P \cdot C_{\text{сум, БСК}}^a = 0,8 \cdot 135 + 0,3 \cdot 261,8 = 186,54 \text{ мг} / \text{дм}^3,$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

де $C_{3p}^{к,ф} = 135 \text{ мг/дм}^3$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк³; K_{Π} – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{нов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бнк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (261,8 - 15)}{1,34 \cdot 2,92 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot (10,1 - 2)} = 9,1 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні $1,1 \text{ мг/дм}^3$; $K_1 = 1,34$ – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка (0,3/0,6) $K_2 = 2,92$ – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [21, табл.43], (дод. К.10); $K_3 = 0,85$ – коефіцієнт якості води для міських стічних вод [21, табл.44], (21, дод. К.9); K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{сер,р}$) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{сер,р} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (25 - 20) = 1,1,$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a) за формулою:

$$C_a = (1 + \frac{h_a}{20,6}) \cdot C_T = (1 + \frac{4,4}{20,6}) \cdot 8,33 = 10,1 \text{ мг/дм}^3,$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить $8,33 \text{ мг/дм}^3$ [21, табл. 3.5, дод. К.11]; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм^3 .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{нов} \cdot H}{t_{сер}} = \frac{9,1 \cdot 4,4}{3,33} = 12 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де $H = 4,4 \text{ м}$ – глибина аеротенка.

$$I_{\max} = 75 \text{ см}^3/\text{г}, I_{\min} = 3 \text{ см}^3/\text{г}$$

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 9,1 = 12,103 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 9,1 = 6,097 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

Отримані значення знаходяться в межах $I_a^{\min} < I_a$, $I_p < I_a^{\max}$.

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{макс}} = 9,1 \cdot 3727,4 = 33920 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря

4.4.3. Розрахунок аеротенку-нітрифікатора

Для видалення із стічних вод сполук амонійного азоту в дипломному проекті використовуються аеротенки-нітрифікатори із носіями типу ВІА для іммобілізації мікроорганізмів.

Тривалість нітрифікації:

$$t_n = \frac{N_{\text{NH}_4^+}^{\text{поч}} - N_{\text{NH}_4^+}^{\text{кінц}}}{C_1 \cdot \rho_1} = \frac{20 - 0,5}{2,5 \cdot 0,7 \cdot 4} = 2,8 \text{ год}$$

$N_{\text{NH}_4^+}^{\text{поч}}$ - початкова концентрація азоту амонійного в стічній воді на виході з аеротенка, 20 мг/дм³, $N_{\text{NH}_4^+}^{\text{кінц}}$ - допустима концентрація азоту амонійного у очищеній стічній воді при скиді у водойму рибогосподарського призначення, 0,5 мг/дм³,

C_1 - доза нітрифікуючого активного мулу по беззольній речовині 2,5 г/дм³, ρ_1 - швидкість окислення азоту амонійного відносно до 1 г беззольної речовини мулу [17].

Загальний об'єм становить:

$$W_n = (1 + R) \cdot t_n \cdot Q_{\max} = (1 + 0,3) \cdot 2,8 \cdot 3727,4 = 13567,7 \text{ м}^3;$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{13567,7}{2} = 6783,8 \text{ м}^3.$$

За типовим проектом 902-2-179 приймаємо 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною $H = 4,4$ м; шириною секцій $B = 6$ м [5, табл 27.7].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{13567,7}{6 \cdot 4,4 \cdot 2 \cdot 3} = 86 \text{ м},$$

де $N = 2$ – кількість секцій аеротенка, шт.; $n_k = 3$ – кількість коридорів у секції, шт.

Аеротенк-нітрифікатор обладнується системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{\text{пов}} = \frac{q_o \cdot (C_{\text{сум}}^{\text{бпк}} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{2,5 \cdot (20 - 2)}{1,34 \cdot 2,92 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot (10,1 - 2)} = 1,51 \text{ м}^3 / \text{м}^3,$$

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк-нітрифікатор, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\max} = 1,51 \cdot 3727,4 = 5628,3 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Касети з віями встановлюються перпендикулярно напрямку води, по всій довжині коридора через 0,5 метрів у третьому коридорі.

Приймається до установки 169 касет з іммобілізованими мікроорганізмами типу ВІЯ, розміром 2 м х 2,5 м(н).

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.4. Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Приймаються радіальні вторинні відстійники.

Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_{\text{а}})^{0,5-0,01 \cdot a_{\text{а}}}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 114 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,37 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}},$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4 $H_{\text{з.в.}}=3,1$ - глибина зони відстоювання, м; $J_{\text{м}}^{\phi} = 114$ – фактичне значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; $a_{\text{а}}$ - концентрація активного мулу в аеротенку, 2,5 $\text{г}/\text{дм}^3$; $a_{\text{т}}$ - концентрація активного мулу у воді після відстоювання (15 $\text{мг}/\text{дм}^3$), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{3727,4}{1,37} = 2721 \text{ м}^2,$$

де Q_{max} – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), 3727,4 $\text{м}^3/\text{год}$.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники – робочі:

$$N = \frac{F_{\text{відст.}} \cdot 4 \cdot K}{\pi D^2} = \frac{2721 \cdot 4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 30^2} = 5 \text{ шт}$$

Приймаємо такі розміри радіального відстійника за типовим проектом 902-2-88/75:

- діаметр 30 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопроводу (підвідного) – 1400 мм;
- діаметр трубопроводу (відвідного) – 900 мм;

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- об'єм зони (мулової) - 440 м³;
- об'єм зони (відстійника) – 2190 м³

4.5. Характеристика обраного аеротенка-нітрифікатора

Однією із головних споруд для біологічного очищення від сполук амонійного азоту у проекті є аеротенк-нітрифікатор, вигляд якого представлений на кресленні. Аеротенк-нітрифікатор являє собою резервуар зі встановленими касетами, на яких розміщуються іммобілізовані мікроорганізми, завдяки яким відбувається видалення сполук амонійного азоту та окислення органічних забруднень, які містяться в стічній воді [12].

За результатами розрахунків був прийнятий аеротенк-нітрифікатор за типовим проектом 902-2-193.

Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенка-нітрифікатора із робочою глибиною – 4,4 м, шириною секції – 6 м. Довжина секції 86 м, об'єм однієї секції 6783,8 м³. У ньому, в третьому коридорі встановлюються 169 касет з волокнистим капроновим носієм ВІЯ перпендикулярно руху води в коридорі. Розмір касет - 2 м x 2,5 м(h).

Аеротенк-нітрифікатор обладнується системою аерації. Приймається пневматична дрібнобульбашкова система аерації.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

Назва роботи: «Багатоступеневе біологічне очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу від сполук азоту та фосфору».

Метою даної роботи є вибір та проектування високоефективної та комплексної технології очищення стічних вод молокозаводу та утилізації утворених осадів.

Об'єктом дослідження є висококонцентровані стічні води молокозаводу.

Суб'єктом являється підприємство молочної галузі з очисними спорудами для механічного, біологічного та фізико-хімічного очищення, приватне замовлення.

Актуальність роботи полягає в тому, щоб вибрати багатоступеневу високоефективну технологію повного біологічного очищення стічних вод від сполук азоту та фосфору з дотриманням вимог, які впливають на якість очищення води та допущення скиду у водойму.

Продукт – комплексна багатоступенева технологія для очищення висококонцентрованих стоків міста та молокозаводу з видаленням сполук азоту і фосфору та отримана очищена стічна вода.

Технологія. В даному дипломному проекті піддаються очищенню стічні води молокозаводу та міста Луцьк об'ємом 60 000 м³/добу. За показниками забруднень запропоновано багатоступеневу технологію очищення стічних вод молокозаводів та міста від сполук азоту та фосфору, із використанням механічного очищення, біологічного очищення, фізико-хімічного очищення та обробку осадів.

Достатність сировинної бази. Основна сировина - неочищена стічна вода, що утворилася в результати роботи підприємства молочної галузі.

					ЕКБ.БЕ9114-МД			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ			
Розроб..		Александрович І.В.						
Перевір.		Ткаченко Т.П.						
Керівник		Саблій Л.А.						
					Стадія			Арк
								66
								Аркушів
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,ФБТ			

Кваліфікація персоналу. На очисній станції працюють висококваліфіковані робітники, які виконують необхідні операції, що пов'язані з виробничим процесом та працівники, які виконують інженерно-технічні та лабораторні роботи.

Таблиця 5.1.

Резюме стартап-проекту

№	Показник	Характеристика
1.	Сутність ідеї	Спроектувати технологію багатоступеневого біологічного очищення стічних вод міста та молокозаводу від сполук азоту та фосфору
2.	Наявність аналогів або прототипів ідеї	Аналоги відсутні Існують подібні технології
3.	Основна потреба, яку задовольнить реалізований стартап	Ефективне очищення висококонцентрованих стічних вод міста та молокозаводу від сполук азоту та фосфору
4.	Ступінь розробленості технології реалізації	Повноцінна розробка технології, яка може бути реалізована у виробництво
5.	КВЕД	Е – водопостачання, каналізація, поводження з відходами
6.	Очікувана потужність	Велике та середнє підприємство
7.	Бізнес-модель стартапу	B2B
8.	За масштабом виробництва	Одиничні, серійні
9.	За рівнем спеціалізації	Вузькопрофільні, комбіновані
10.	За ресурсами, що	Працемісткі, матеріаломісткі

	споживаються	
11.	Органи управління при реалізації стартапу	Національні
12.	Бажане географічне розташування - потужностей стартапу; - офісу стартапу; - -збутової мережі;	Молокозавод на території м.Луцьк
13.	Місце ідеї у ланцюжку цінностей інноваційного процесу	Розробка
14.	Ключові фактори успіху	Доведення показників забруднень стічних вод до норм скиду у річку Стир (м.Луцьк)
15.	Споживачі (основні на етапі впровадження, групи, орієнтовна чисельність)	Юридичні особи (комунальні підприємства, молокозавод)
16.	Планова кількість продукту розробки для першого етапу реалізації	Витрата води = 60 000 м ³ /добу
17.	Конкурентна ціна на продукт стартапу	Собівартість 1 л води становить 3,7 грн/м ³
18.	Капіталовкладення	1 000 000грн
19.	Джерела фінансування	Внутрішні, національні
20.	Планове місце реалізації	м.Луцьк
21.	Наявність посередників	Відсутні
22.	Методи просування розробки на ринок	Надання основних даних по проекту підприємствам та комунальним закладам Особистий продаж

5.1. Аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства

Внутрішнє середовище підприємства – це організація, техніко-технологічні особливості діяльності, кадри, забезпеченість основними та оборотними засобами, стан основних засобів тощо. Переваги та недоліки внутрішніх факторів наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Переваги та недоліки внутрішнього середовища

	Переваги	Недоліки
Організаційна структура та управління підприємством	- Немає необхідності в великій кількості обслуговуючого персоналу	- Мала кількість висококваліфікованих працівників
Виробництво	- Доступність необхідної сировинної бази на території України; - Можливість корегування процесів очищення стічних вод	- Наявність існуючих очисних споруд та технологій очищення
Фінанси	- Можливість залучення іноземних інвестицій	- Великі капіталовкладення на побудування та установку очисних споруд
Технологія	- Застосування новітніх методів очищення для досягнення високої ефективності очистки	- Постійний контроль над процесами очищення та контроль показників забруднення, відсутність високоякісного обладнання

		для вимірів показників якості води
--	--	---------------------------------------

Факторами зовнішнього середовища є політика, економіка, географія, науково-технічний прогрес тощо. Аналіз зовнішніх факторів підприємства наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Переваги	Недоліки
Політика	
1. Підтримка на законодавчому рівні 2. Штрафні санкції за порушення; 3. Співпраця з інститутами та компаніями.	1. Відсутність науково-технічної бази; 2. Невідповідність норм скиду стічних вод у природні водойми.
Географія	
1. Достатня територіальна забезпеченість для будівництва очисних споруд 2. Наявність кількох водойм.	1. Низький температурний режим в зимовий період
Економіка	
1. Повторне використання води підприємством; 2. Можливість використання стабілізованих осадів у якості добрив; 3. Можливість залучення іноземних інвесторів.	1. Високі затрати на електроенергію та комунальні послуги; 2. Відсутність прямого доходу від очисних станцій; 3. Інфляція гривні.

Науково-технічний прогрес	
1. Впровадження нових технологій;	1. Недостатність наукової бази України.
2. Можливість використання високоефективного обладнання;	2. Недстатня кількість висококваліфікованого персоналу;
3. Обмін досвіду з іноземними колегами.	3. Мала кількість ефективних технологій очистки стічних вод молокозаводів
Екологія	
1. Збереження чистоти річок та озер, а також можливість ведення рибного господарства;	1. Байдужість до наявної проблеми;
2. Охорона здоров'я населення та забезпечення дозвілля з можливістю купання.	2. Необізнаність людей.

5.2. Визначення ключових факторів успіху проекту

Методом оцінки конкурентних переваг (методом Шонфільда на основі функціонально-вартісного аналізу) визначено ключові фактори успіху проекту [33].

Таблиця 5.4

Оцінка характеристик за методом Шонфільда

Ключові фактори	Коефіцієнт вагомості	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент А	Конкурент Б
Інноваційні ідеї	0,3	9	7	6

продовження таблиці 5.4

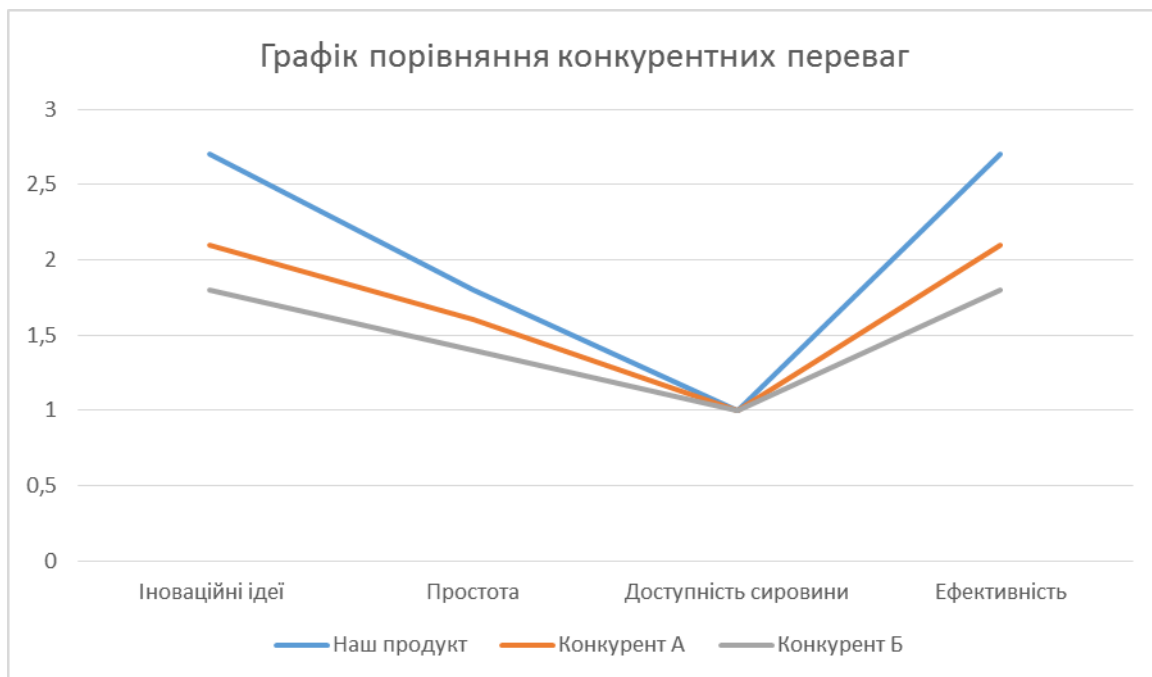
Простота експлуатації очисних споруд	0,2	9	8	7
Доступність сировини	0,1	10	10	10
Ефективність очисних споруд	0,4	9	7	6
Сума:	1			

Оцінка проводиться за 10-ти бальною шкалою, де 10 – найвища оцінка, а 1 – найнижча.

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначено бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів та наведена в таблиці 5.5 [33].

Таблиця 5.5

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент А	Конкурент Б
Інноваційні ідеї	$0,3 \cdot 9 = 2,7$	$0,3 \cdot 7 = 2,1$	$0,3 \cdot 6 = 1,8$
Простота експлуатації	$0,2 \cdot 9 = 1,8$	$0,2 \cdot 8 = 1,6$	$0,2 \cdot 7 = 1,4$
Доступність сировинної бази	$0,1 \cdot 10 = 1$	$0,1 \cdot 10 = 1$	$0,1 \cdot 10 = 1$
Ефективність очисних споруд	$0,3 \cdot 9 = 2,7$	$0,3 \cdot 7 = 2,1$	$0,3 \cdot 6 = 1,8$



Відповідно до порівняння з іншими наявними технологіями, можна зробити висновок, що запропонована нами багатоступенева технологія очищення стічних вод має більшу ефективність очищення від забруднень в порівнянні з існуючими технологіями.

5.3. Визначення потенційних споживачів

Таблиця 5.6

Класифікація потенційних споживачів

№	Критерій	Значення
1.	Форма власності	Державне, приватне
2.	КВЕД	Е – водопостачання, каналізація, поводження з відходами
3.	За потужністю	Великі, середні
4.	За масштабом виробництва	Одиничні, серійні
5.	За рівнем спеціалізації	Вузькопрофільні, комбіновані
6.	За чисельністю персоналу	Великі, середні, малі
7.	За сферою діяльності	Виробничі, комерційні
8.	За географічним розташуванням	м. Луцьк

9.	За характером господарської діяльності	Промислові, комунальні
10.	За долею іноземного капіталу	З іноземними інвестиціями (більше 10%)
11.	За організацією виробничого процесу	Безперервні
12.	За роботою протягом року	Позасезонні
13.	За рівнем технологічної цілісності	Дочірні, філії
14.	За ресурсами, що споживаються	Працемісткі, матеріаломісткі
15.	За географічним розташуванням на території України	м. Луцьк

5.4. Ризики та страхування розробки

Таблиця 5.7

Ризики інноваційної розробки

Назва процесу/стадії реалізації стартап проекту	Бізнес процеси	Зовнішні ризики	Внутрішні ризики
Розробка ідеї стартапу	Удосконалення існуючих технологій очищення висококонцентрованих стічних вод від сполук азоту та фосфору	Проблемний пошук виробників та патентний пошук	Недостатньо кваліфікований персонал

Реалізація ідеї	Проектування та побудова споруд, навчання персоналу, автоматизація процесу, розробка методів контролю та налаштування датчиків процесу	Великі затрати на побудову споруд та закупівлю сучасного обладнання	Проблеми з експлуатацією та автоматизацією обладнання
Впровадження у виробництво	Впровадження основних технологічних процесів на новому обладнанні, контроль виробництва	Високова ртісне обслуговування та ремонту обладнання	Необхідність ремонту та налаштування устаткування
Масова реалізація	Реалізація на ринку	Поява більш високоефективної технології на ринку	Погіршення якості продукту внаслідок порушення технологічних процесів, неочищення стічної води до нормативних показників

Ризики та страхування розробки

Група ризиків	Імовірність настання	Вплив на очікуваний результат	Заходи для мінімізації
Виробничі	40%	Використання сировини та експлуатація очисних споруд не за призначенням	Працевлаштування висококваліфікованих працівників.
Фінансові	90%	Інфляція Невиконання фінансових зобов'язань замовником Непроведення платіжних операцій	Можливість виведення основних потужностей бізнесу за кордон
Організаційні	80%	Проблеми постачання матеріальних ресурсів, проблеми з ринком збуту	Передбачення запасів сировини та матеріалів. Співпраця з перевіреними постачальниками, заключення договору.
Страхові	75%	Збитки, які виникли через непрофесійну	Страхування майна у перевірених страхових компаніях.

		діяльність страхової компанії	
Техніко- виробничі	80%	Шкідливий вплив на навколишнє середовище Ймовірність аварії на очисних спорудах	Постійне проведення інструктажів з техніки безпеки для працівників, що працюють на очисних спорудах.
Майнові	70%	Погіршення стану будівель	Використання якісних матеріалів, постійний контроль за будівлями, реконструкції, забезпечення захистами пожежної безпеки, електробезпеки.

5.5. Розрахунок собівартості та вартості проекту

Основні витрати на будівництво станції очищення стічних вод молокозаводів та міста включає закупівлю землі, для розташування очисних споруд, насосних станцій та приміщення для лабораторних досліджень разом з будівлею для очисних споруд та складів. В таблиці 5.9 наведено дані про вартість споруд та будівель, а також річну суму амортизації на них.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Таблиця 5.9

Вартість основних фондів очисної станції

№	Найменування основних фондів	Кількість одиниць	Вартість одиниці, тис. грн/шт	Загальна вартість, тис. грн	Термін експлуатації, років	Річна сума амортизаційних внесків, тис. грн/рік
1	2	3	4	5	6	7
1	Земельна ділянка	15	2 800	42000	40	1 050
2	Будівлі	6	20 000	120000	50	2 400
3	Запірна арматура	-	-	70000	5	14 000
4	Трубопровід	-	-	300000	10	30 000
5	Решітка-дробарка	3	6 000	18000	10	1 800
6	Пісковловлювач	2	10 000	20 000	10	2 000
7	Відстійник	8	35 000	280 000	40	7 000
8	Аеротенк	2	15 000	30 000	30	10 000
9	Аеротенк-нітрифікатор	2	18 000	36 000	30	1 200
10	Збірник з перемішуючим пристроєм	1	8 000	8 000	10	800
11	Лоток Паршала	1	6 500	6 000	10	650
12	Насоси	12	10 000	120 000	10	12 000
13	Обладнання лабораторії	-	0	90000	15	6 000

Арк.

ЕКБ.БЕ9114-МД

78

14	Фільтр-прес	2	32 000	64 000	10	6 400
15	Мулоущільнювач	1	18 000	18 000	30	6 000
16	Повітрезабірник	2	4000	8000	5	1600
17	Фільтр грубої очистки	2	5000	10000	5	2000
18	Повітродувка	4	6000	12000	5	2400
19	Сума:	-	-	1 000 000	-	101 850

• Розрахунок вартості електроенергії

Розрахунок вартості електроенергії проводять шляхом множення розрахункової кількості електричної енергії на її собівартість. Вартість електроенергії визначають на підставі відповідних постанов Кабінету міністрів України.

Таблиця 5.10

Розрахунок вартості електроенергії на технологічні потреби

Найменування	Потужність, кВт·год	Кількість, шт	Коефіцієнт попиту	Коефіцієнт збільшення потужності	Загальна потужність обладнання, кВт	Ефективний час роботи, год/рік	електроенергії на одиницю обладнання,	Загальні витрати електроенергії, кВт/рік	Вартість електроенергії, грн/рік
Повітродувка	1,7	2	0,9	1,1	1,53	8388	35882	71764	215 292
Насос	2	12	0,9	1,2	1,9	8489	16780	201 360	604 080
Фільтр грубої очистки	0,7	2	0,9	1,1	0,47	8545	11 255	22 510	67 530
Невраховане електрообладнання	-	-	-	-	-	-	-	400 000	1 200000
Сума:								695 634	2 086902

Потреба в електроенергії, що витрачається на освітлення, визначається за формулою:

$$E = \frac{T \cdot S \cdot a \cdot K \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000}$$

де Т – час роботи штучного освітлення, год.; S – площа, яка освітлюється, м²; а - потужність на 1 м² поверхні, Вт (8...15Вт); К – коефіцієнт одночасного горіння (0,8...0,85); 1,02 – коефіцієнт, який враховує чергове освітлення.

Споживачі електроенергії для освітлення:

– виробництво:

$$E_e = \frac{8760 \cdot 2000 \cdot 20 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000} = 273413 \text{ кВт};$$

– заводоуправління:

$$E_z = \frac{2920 \cdot 600 \cdot 15 \cdot 0,8 \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000} = 22517 \text{ кВт};$$

Разом електроенергії, що витрачається на освітлення:

$$E = E_e + E_z = 273413 + 22517 = 295930 \text{ кВт}.$$

Таблиця 5.11

Розрахунок вартості енерговитрат, водопостачання та водовідведення

Найменування	Кількість, од/рік	Ціна, грн./од	Сума, грн./рік
Електроенергія я силова	695634 кВт	3 грн/кВт	2 086 902
Електроенергія, що витрачається на освітлення	295930 кВт	3 грн/кВт	887790
Теплова енергія	1500Гкал	1503 грн/Гкал	2254500

продовження таблиці 5.11

Водопостачан ня	60000 м ³	8,92 грн/м ³	535200
Сума:			5764392
Водопостачан ня	60000 м ³	8,92 грн/м ³	535200
Сума:			5764392

Розрахунок основної та додаткової заробітної плати працівників із нарахуваннями

Підприємство працює безперервно, у 4 зміни. З урахуванням ремонтних робіт, підприємство працює приблизно 350 днів на рік. У такому випадку час роботи одного працівника складає 243 днів. Графік змінності персоналу наведено в таблиці 5.12 [33].

Таблиця 5.12

Графік змінності технічного персоналу очисних станцій

Дата № Бригади	01.12.2020	02.12.2020	03.12.2020	04.12.2020	05.12.2020	06.12.2020	07.12.2020	08.12.2020	09.12.2020	10.01.2020	11.12.2020	12.12.2020	13.12.2020	14.12.2020	15.12.2020	16.12.2020	17.12.2020	...
I бригада	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	...
II бригада	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	...
III бригада	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	...
IV бригада	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	...

1 – перша зміна, 0:00 – 8:00; 2 – друга зміна, 8:00 – 16:00; 3 – третя зміна, 16:00 – 24:00; В – вихідний.

Річний фонд заробітної плати працівників становить:

Таблиця 5.13

Річний фонд оплати праці працівників підприємства

№	Посада	працівників в бригаді	Кількість бригад, шт	Ставка одного працівника, грн/год заробітна плата	одного працівника за місяць, грн/міс	плата усіх працівників, що займають дану посаду	Нарахування на фонд оплати праці, грн/рік
1	Головний технолог	1	—	75	12600	151200	48384
2	Головний інженер	1	—	75	12600	151200	48384
3	Керівник бригади	4	4	70	11760	564480	180633,6
4	Технолог	2	4	65	10920	1048320	335462,4
5	Лаборант	2	4	55	9240	887040	283852,8
6	Інженер	4	4	60	10080	1935360	619315,2
7	Інженер—ремонтник	2	4	50	8400	806 400	258048
8	Прибиральник приміщень	2	4	40	6720	645 120	206438,4
	Сума:					61891 20	19805 18,4

- Калькуляція собівартості

Таблиця 5.14

Калькуляція собівартості очищеної води

Стаття калькуляції	Витрата на річну програму, грн./рік	Витрата на одиницю готової продукції, грн./м ³
Основна сировина	0	0
Допоміжні матеріали	2000000	0,3
Енерговитрати, водопостачання та водовідведення	6300944	0,96
Заробітна плата персоналу очисної станції	6189120	1,22
Нарахування на заробітну плату	1980518,4	0,45
Електроенергія на технологічні потреби	2 086902	0,27
Амортизаційні витрати	101 850	0,02
Інші витрати очисної станції	300000	0,05
Вартість виробничих основних фондів	1 000 000	0,23
Повна собівартість	19683334,4	3,7

Отже, собівартість 1 л води, що отримана в результаті використання обраної технології, становить 3,7 грн/м³.

• Техніко-економічні показники стартап-проекту

Таблиця 5.15

№	Показники	Одиниці виміру	Умовне позначення, формула розрахунку	Значення	
				Розробка	Реалізація
1	Річний обсяг реалізації ідеї, технології, методики	Од	В	7550000	
2	Ціна на продукцію	Грн/м ³	Ц	3,7	
3	Середньорічна чисельність персоналу за списком	Осіб	$Ч_{сп} = Ч_{яв} \times К_{пер}$	4	19
4	Середньорічний виробіток робітника	Од./особу	$ППс.р. = В / Ч_{сп}$	1887500	407895
5	Капіталовкладення у проект	Грн.	$К = ОФ + ОБК$	1000000	1775000
6	Повна собівартість	Грн Грн/од	$С = А + ОБК$	101 850	412519
	-Всього -На один. прод.			0,02	0,06
7	Відносний прибуток	Грн/од	$П = Ц - С$	3,68	3,60

	-На один. прод.				
8	Рентабельність -На один. прод.	%	$P = (П/С) \times 100$	18400	6000
9	Фондовіддача виробничих фондів	Грн../грн.	$\Phi B = (Ц \times V) / ОФ$	27,9	
10	Фондоємкість	Грн../грн.	$\Phi C = 1 / \Phi B$	0,03	

5.6. Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту

Мета стартап-проекту – апробація моделі діяльності підприємства при реалізації стартап-проекту у тому числі через формування бізнес-моделі. Розробка карти бізнес-процесів стартап-проекту конкретизує етапи, які проходить проект від ідеї (думки) до впровадження (продукту) і необхідні для цього ресурси.

Розроблено карту процесів з описом всіх етапів, які проходять стартап-проект від ідеї до втілення.

Таблиця 5.16

Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу	Пошук патентів, аналіз літератури та наукових статей, пошук виробників, що	Трудові	2 місяці	-

	ВИГОТОВЛЯЮТЬ обладнання. Планування основних стадій процесу, визначення критичних точок та параметрів.			
Реалізація ідеї	Набір та навчання персоналу. Навчання здійснюється за рахунок семінарів, відряджень до наукових центрів інших підприємств тощо. Здійснюються технологічні обрахунки потужності виробництва, методів забезпечення необхідним на всіх етапах	Трудові ресурси	4 місяці	80000 грн
Впровадження у виробництво	Встановлення основного та допоміжного обладнання. Контроль та моніторинг за основними параметрами ефективного очищення стічних вод	Сировина, матеріали, трудові ресурси	6 місяців	1 000 000
Масова реалізація	На даному етапі відбувається введення та реалізація технології ефективного очищення стічних вод харчової промисловості	Трудові ресурси	До 1 місяця	300000

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ9114-МД

Арк.

86

На основі визначених етапів розписано відповідальних за реалізацію бізнес-процесів стартап-проекту, визначено кадрові потреби стартап-проекту на кожному з цих процесів.

Таблиця 5.17

Системний аналіз бізнес-процесів стартап-проекту

№	Посада	Патентний пошук	Розробка основних виробничих процесів	Аналіз обладнання і проведення технологічного процесу	Обслуговування обладнання	Контроль параметрів процесу	Навчання персоналу	Контроль за правильністю
1	Головний технолог	+	+	+	+	+		
2	Головний інженер	+	+	+		+		
3	Керівник бригади	+	+	+			+	+
4	Технолог				+			
5	Лаборант		+		+			
6	Інженер					+		
7	Інженер–ремонтник					+		

РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ АЕРОТЕНКА-НІТРИФІКАТОРА

6.1 Автоматичне регулювання

Основним завданням аеротенків-нітрифікаторів полягає у вилученні та окисленні органічних забруднень.

Установка приладів автоматичного контролю на станціях очистки міських стічних вод виконує три основні мети: контроль води, що поступає, контроль очищеної води і автоматичне керування технологічними процесами. Склад систем автоматичного контролю, призначених для води, що надходить і очищеної води, визначається наявністю і характером надходження промислових стоків, продуктивністю станції, вимогами організацій контролюють якість очищення [28].

Для контролю біологічних процесів видалення азоту важливим є:

- загальне гідравлічне навантаження;
- співвідношення вмісту органічних забруднень азоту, яке визначає можливу ефективність біологічного видалення сполук азоту;
- температура стоків та рН, які впливають на процес нітрифікації;
- концентрація зважених речовин, що впливає на приріст і вік мулу;
- наявність надходжень промислових стоків, які здатні порушувати процес біологічного очищення;
- токсичність води для процесу нітрифікації.

Основні параметри, які можна контролювати у воді, що надходить представлені в таблиці 6.

					ЕКБ.БЕ9114-МД							
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата								
Розроб..	Александрович І.В.				АВТОМАТИЗАЦІЯ АЕРОТЕНКА- НІТРИФІКАТОРА				Стадія	Арк	Аркушів	
Перевір.	Саблій Л.А.										88	
Керівник	Саблій Л.А.								НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,ФБТ			

Таблиця 6. Основі параметри контролю води

№	Параметр	Прилади контролю	Складність в експлуатації	Застосування
1.	Витрати	Витратомір	Нескладна	Повсюдно
2.	Температура	Датчики температури	Нескладна	Рекомендується в більшості проектів, але частіше вимірюється в ручну
3.	pH	Датчики pH	Потрібно періодичне обслуговування датчика	Рекомендується в більшості проектів, але вимірюється тільки в присутності великої кількості промислових стоків
4.	Загальний вміст органічних речовин	Оптичні датчики ЗОВ (загальних органічних вуглеводів)	Нескладна	Невеликий досвід впровадження
5.	Концентрація важених речовин	Оптичні датчики	Нескладна	Невеликий досвід впровадження
6.	Азот амонійний	Іон-селективні датчики. Проточні прилади	Потрібно періодичне обслуговування	Невеликий досвід впровадження

		хімічного аналізу	датчика	
7.	Загальна токсичність	Біосенсиори Проточні респірометри	Достатньо складна	Існують на рівні розробок для окремих об'єктів
8.	Відбір проб на всі параметри	Автоматичні пробовідбірники	Нескладна	Хороший досвід впровадження

На сьогодні, завдяки приладам, можна здійснити контроль всіх основних параметрів, що знаходяться у воді. Найбільш простим та обов'язковим контролем для міських очисних споруд можна вважати наявність витратоміра, датчика вимірювання температури та автоматичного пробовідбірника [30].

Система, що включає витратомір, автоматичний пробовідбірник, датчик температури, датчик рН і оптичний датчик може застосовуватися для споруд середньої продуктивності. Дана система дозволяє контролювати в автоматичному режимі гідравлічне навантаження, навантаження по органічним речовинам, температуру і рН, надходження промислових стоків, якщо вони викликають зміни рН або концентрації органічних забруднень та проводити керований автоматизований пробовідбір. Для більших очисних споруд продуктивністю від 50 до 200 тис. м³ / добу система може доповнюватися іон-селективними датчиками концентрації амонійного азоту [27].

Для контролю процесу нітрифікації необхідний оптимальний кисневий режим і вік мулу. Концентрація розчиненого кисню, концентрація амонійного азоту та температура стоків мають вирішальний вплив на швидкість росту мікроорганізмів нітрифікаторів. У споруді кінцева концентрація амонійного азоту задана вимогами якості очищення є метою управління процесу.

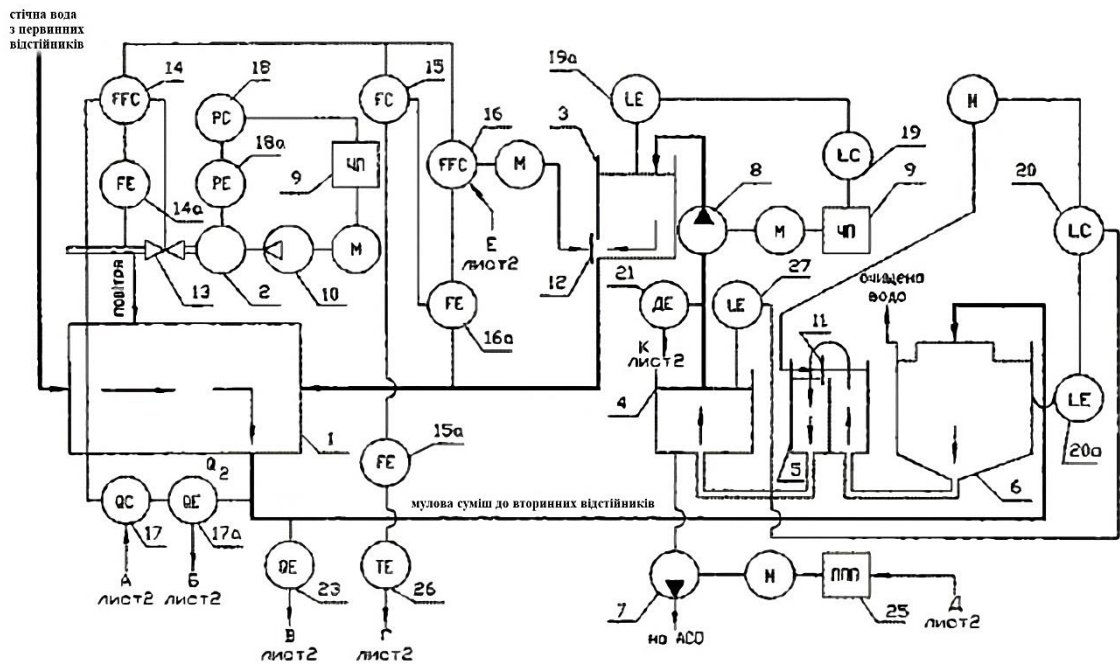


Рис. 6.1. Автоматичне керування процесом біологічного очищення стічних вод [31]

1- аеротенк; 2 – збірний повітропровід; 3 – верхній муловий канал; 4 – нижній муловий канал; 5 – муловий колодязь; 6 – вторинний відстійник; 7,8 – мулові насоси; 9 – частотні перетворювачі; 10 – повітродувки; 11,12, 13 – виконуючі органи; 14 – регулятори співвідношення «стічна вода – повітря», 15 – регулятори пропорційної витрати води; 16 - регулятори співвідношення «стічна вода – зворотний мул», 17 – регулятор концентрації розчиненого кисню; 18 – регулятори тиску повітря; 19, 20 – регулятори рівня мулу; 21 – регулятори густини мулу; 22 – регулятори блока корекції; 23 – непрямий вимірювач концентрації; 24 – блок лабораторних аналізів; 25 – пристрій плавного пуску; 26 – вимірювач температури вихідної суміші; 27 – вимірювач рівня зворотнього мулу

Спосіб керування процесу біологічного очищення стічних вод включає розподіл стічної води, повітря і зворотнього мулу, який включає вимірювання та регулювання тиску повітря в збірному трубопроводі, вимірювання витрат мулової суміші, рівень мулу у верхньому та нижніх

каналах, густини мулу та здійснення корекції одержаних співвідношень при зміні концентрації та складу забруднень стічної води [31].

У даному проекті автоматизовано аеротенк-нітрифікатор та автоматизація включає проведення технологічного контролю, регулювання механізмів, світлову та звукову сигналізацію, здійснюються мікробіологічні аналізи із застосовування пробовідбірників.

Стічна вода надходить в аеротенк-нітрифікатор за допомогою клапана для подачі стічної води. Забезпечується контролювання параметрів за допомогою датчиків та регуляторів. QE (поз.1-1) показує концентрацію розчиненого кисню, FT (поз.1-2) – витрата стічної води, яку показує прилад витратомір, магнітний пускач NS (поз. 4-3) та регулятора відношення EfC (поз. 4-2).

Також у АН-1 регулюється QE (поз.2.1) – концентрація амонійного азоту, QE (поз.2-3) показує концентрацію органічних забруднень. На цьому етапі також контролюється параметр контролю температури TE (поз.2-2) за допомогою термопари. Важливим параметром, який регулюється в споруді є LE (поз.3-1), який показує рівень мулу. Параметр QE (поз.4-1) показує рівень рН у споруді під час проходження процесу очистки, а також контролюється концентрація активного мулу QI (поз.4-2)

6.2 Технологічна сигналізація та захист

Технологічна сигналізація та захист включає контури: регулювання рН в АН-1 (контур 5), регулювання активного мулу в аеротенку-нітрифікаторі АН-1 (контур 3).

Сигналізація буде свідчити про можливі відхилення від заданих значень та параметрів, при відсутності подачі активного мулу у споруду [25].

Перебування води у аеротенку-нітрифікаторі контролюється за допомогою реле часу, який подає сигнал на здавач, через магнітний пускач.

Технологічний контроль здійснюється за концентрацією органічний забруднень, органічних забруднень, концентрації розчиненого кисню та активного мулу, контроль за витратою води, рівнем мулу, температурою.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Специфікація засобів автоматизації

№ позиції за схемою	Шифр	Найменування параметру середовища та місце відбору сигналу	Місце установки	Найменування, технічна характеристика	Тип, марка моделі
1	2	3	4	5	6
1-1	QE	Концентрація розчиненого кисню	По місцю	Датчик розчиненого кисню	АКВА-С
1-2	FT	Витрата стічної води	По місцю	Витратомір	Promag 50L
2-1	QE	Концентрація амонійного азоту	По місцю	Датчик амонійного азоту	STIP-scan
2-2	TE	Температура	По місцю	Термопара	Термопара
2-3		Концентрація органічний забруднень	По місцю	Датчик органічний забруднень	STIP-scan
3-1	LE	Рівень мулу	По місцю	Датчик рівня мулу	
4-1	QE	Рівень рН	По місцю	Датчик рН-метра-	
4-2	QI	Концентрація активного мулу	По місцю	Нефелометр	ChecitDirect

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6-3	TIR		На щиті	Показуючий та реєструючий прилад	РМТ49Ам/1
7-2	HS		На щиті	Магнітний пускач	ПБР-3А
4-3	NS		По місцю	Магнітний пускач	ПМЕ-211

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ НА СТАНЦІЯХ ОЧИСНИХ СПОРУД

Охорона праці включає загальні вимоги для працівників, які зайняті експлуатацією очисних споруд. Експлуатація очисних споруд здійснюється відповідно до вимог нормативних правових документів.

7.1. Виробниче освітлення у приміщеннях станції очисних споруд

У нічний час кожен агрегат, що входить до складу споруд, повинен добре висвітлюватися. Норми освітленості приймаються згідно з ДБН В.2.5-28 [25]. Для цих приміщень рекомендується система найбільш низької напруги (1.7.51 ПУЕ), а де це неможливо, застосовують улаштування заземлення обладнання. Напруга мережі для приєднання обраних приладів повинна відповідати вимогам електробезпеки [32].

Кожний об'єкт системи каналізації повинен бути обладнаний щитом сигналізації, на якому відображають: оперативну інформацію про кожний механізм технологічного процесу (наприклад, «включений», «вимкнений», «відкрито», «закрито» тощо), аварійну інформацію («аварійний рівень», «тиск нижче допустимого», «немає напруги на введенні 1») [32].

Щоб забезпечити безперебійну роботу слабострумної системи необхідно передбачати установку джерела безперебійного живлення. Якщо територія об'єкта має огорожу, проектується периметральна охоронна сигналізація. Щоб сповіщувати працівників у приміщеннях та зовні передбачають звукову та світлову сигналізацію [32].

У місцях проведення робіт встановити переносні триноги: вдень - зі знаками, пофарбованими в білий і червоний кольори; вночі - з акумуляторним сигнальним ліхтарем.

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>		
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата			
Розроб..		Александрович І.В.					
Перевір.		Саблій Л.А.					
Керівник		Саблій Л.А.					
ОХОРОНА ПРАЦІ НА СТАНЦІЯХ ОЧИСНИХ СПОРУД					Стадія	Арк	Аркушів
						95	
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,ФБТ		

Для місцевого освітлення застосовувати ліхтарі у вибухобезпечному виконанні напругою не більше 12 В, вмикання і вимикання яких слід виробляти поза вибухонебезпечною зоною [32].

Чергову перевірку знань з охорони праці та електробезпеки - 1 раз в 12 місяців (для працівників, зайнятих на роботах, до яких пред'являються підвищені вимоги безпеки).

Також працівник повинен переконатися в наявності і достатності освітлення робочого місця, перевірити на робочому місці наявність і справність електричного ліхтаря, засобів пожежогасіння, плакатів чи знаків безпеки, візуально перевірити з'єднання заземлюючого і занулювання проводів з обладнанням.

Щоб уникнути ураження електричним струмом необхідно не торкатися до відкритих струмоведучих частин електрообладнання, не проводити самовільних виправлень або підключень електропроводів та не замінювати самостійно запобіжників.

7.2. Системи для забезпечення необхідної якості повітря в робочій зоні

При роботі із реагентами, які виділяють шкідливі речовини, передбачено забезпечення вентиляції. Летучі речовини повинні зберігатися у лабораторії під витяжною шафою, а отруйні речовини зберігають в закритому шафі.

Приміщення хлораторної, насосної станції та приготування гашеного вапна повинні мати хорошу вентиляцію.

Вентиляцію проектується згідно з ДБН В.2.5-67 [25], а також опалення, вентиляцію та кондиціювання повітря адміністративних будинків на майданчиках очисних споруд - згідно з ДБН В.2.2-28 [25].

Перед тим як спустити у колодязь чи камеру необхідно переконатися у відсутності загазованості в них, використовуючи газоаналізатори.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

Ефективність провітрювання повинна контролюватись повторним аналізом повітря безпосередньо перед початком робіт [32].

Постачання стиснутого повітря, необхідного для забезпечення роботи обладнання, забезпечується стаціонарними або пересувними компресорними установками [36].

Очищення аераторів з пористих матеріалів розчинами соляної кислоти виробляють під витяжкою з дотриманням заходів щодо запобігання опікам і отруєння [32].

Для забезпечення швидкого видалення з приміщення газу кожне газодозувальне приміщення обладнують вентиляційною установкою, розрахованої на дванадцятикратний обмін повітря в годину. Вентиляція витратних складів завжди повинна бути в справному стані.

Перед входом в приміщення насосних станцій, вони повинні бути провітрені, для чого необхідно не менше ніж за 10 хвилин включити вентиляцію. Вентиляція повинна безперервно працювати протягом всього періоду перебування в приміщенні обслуговуючого персоналу.

Повітрязбірні патрубки шлангових протигазів розташовувати в зоні чистого повітря.

На виробництві не допускається перебування працівників та проведення будь-яких робіт в приміщеннях, де розташовані метантенки, якщо вентиляція не включена. У підкупольному просторі метантенка дозволено працювати не більше 15 хвилин, після чого необхідно робити перерву тривалістю не менше 30 хвилин.

7.3. Електробезпека під час обслуговування технологічного обладнання

Огляд мереж і внутрішніх поверхонь ємностей слід проводити із використанням переносних світильників з напругою не вище 12 В [32].

При обслуговуванні та при експлуатації технологічного обладнання можливі випадки ураження електричним струмом. Тому необхідно суворо

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

дотримуватись заходів електробезпеки, наприклад, заземлення, занулення, захисне відключення, огорожі, ізоляція, індивідуальні засоби захисту.

Електроустаткування, що розташовуються у електроприміщеннях можуть виконуватись у вигляді відкритих панелей. Електроосвітлення адміністративно-побутових приміщень, операторських та диспетчерських пунктів, електрощитових приймають згідно з ДБН В.2.5-28 [25].

Електропроводи, які використовуються для приєднання приладів та пристроїв до мережі повинні відповідати нормам ДБН В.2.5-28 та забезпечувати максимально можливу експлуатаційну надійність. Рекомендують застосовувати системи управління електроприводами, які встановлюються комплексно з механізмами [25].

7.4. Захист від виробничого шуму та вібрації у приміщеннях станції очисних споруд

Боротьба з шумом здійснюється методами та засобами індивідуального захисту. Рівень шуму та вібрації підвищується під час роботи насосів та повітродувок, електродвигунів, дробарок, компресорів та екскаваторів.

Для боротьби із шумом використовують ізоляцію джерел шуму засобами звуко- і віброізоляції та вібропоглинання, раціональне планування цехів та приміщень, використання засобів індивідуального захисту при роботі в умовах шуму [32].

Для розробки заходів захисту від шуму слід визначити звукову потужність та рівень звукового тиску на робочому місці. На сьогоднішній день здійснюють звукопоглинання та звукоізоляцію.

Ефективними звукоізоляційними матеріалами є метали, бетон, дерево. Звукоізоляцію шумних вузлів машин здійснюють за допомогою звукоізолюючого кожуха, який виготовляють із сталевих листків.

Для розміщення лабораторій в будинку насосної та повітродувної станції необхідно розробляти заходи, які будуть виключати шум та передачу вібрації від устаткування на стіни будинку [32].

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.5. Пожежна безпека

Для запобігання пожеж необхідно суворо дотримуватись правил і норм, зокрема, Закону України «Про пожежну безпеку» [25], заборонено курити та використовувати відкритий вогонь, заборонена поява будь-яких сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях а працівникам проходити систематично техніку безпеки.

При експлуатації слід вчасно проводити огляд та ремонти технологічного обладнання, слідкувати за станом устаткування, що належить до систем електромережі, вентиляції та опалення, а працівникам проходити

Для запобігання пожежі слід використовувати способи вогнезахисту такі як, термоізоляцію, нанесення вогнезахисного покриття у вигляді спеціальної фарби, що складається з речовин, як не горять та мають низьку теплопровідність.

Не проводити вогневі роботи на відстані менше 20 м від колодязів виробничо-дощової каналізації та не менше 50 м від відкритих нафтовловлювачів [32].

У приміщеннях, де знаходяться метантенки повинні бути: протипожежний інвентар, засоби індивідуального захисту, газоаналізатори та газосигналізатори, вибухобезпечні акумуляторні ліхтарі та аптечка першої допомоги.

Необхідно забезпечити влаштування протипожежного водогону, витрати води на внутрішнє пожежогасіння, внутрішні пожежні крани слід встановлювати в доступних місцях та укомплектовані пожежним рукавом та важелем. Вся техніка та інвентар, яка необхідна задля пожежогасіння повинна бути справною, розміщуватись в місцях, які не перешкоджають евакуації людей [32].

Вогнегасники повинні розміщуватися у місцях, де не потрапляють прямі сонячні промені. Також для гасіння пожеж використовують воду, піну, пісок та спеціальні хімічні речовини.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При загорянні електроустаткування слід застосовувати тільки вуглекислотні або порошкові вогнегасники. При застосуванні вуглекислотних вогнегасників не братися рукою за розтруб вогнегасника [32].

Внутрішніми пожежними кранами необхідно користуватися розрахунком на двох людей: один буде розгортати рукав від крана до місця пожежі, а інший - відкриває кран.

Працівникам необхідно використовувати справні розетки, рубильники та інші електроустановочні вироби, користуватися електроплитками, електрочайниками та іншими стандартними електронагрівальними приладами, що мають пристрої теплового захисту, з підставками з негорючих теплоізоляційних матеріалів, що виключають небезпеку виникнення пожежі, а також не залишати без нагляду увімкнені в мережу електронагрівальні прилади, не застосовувати для освітлення відкритий вогонь (факели, свічки, газові лампи) [32].

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1. Класифікація стічних вод та умови скидання їх у водойму

Стічні води утворюються внаслідок їх використання в побуті та на виробництвах, а також до них належать води, котрі стікають з сільськогосподарських площ та територій населених пунктів.

Відповідно від виду, походження та характеристик домішок стічні води розділяють на такі категорії:

- побутові;
- виробничі;
- атмосферні.

Побутові води надходять від побутових та громадських приміщень, а також води, які використовують при митті приміщень. Виробничі стічні води утворюються при технологічних процесах та підлягають виведенню з території підприємств. Атмосферні води формуються після випадання атмосферних опадів, при таненні льоду та снігу.

Стічні води характеризуються такими видами домішок, які поділяються на мінеральні, органічні та біологічні. Забруднення, що містяться у стічних водах погіршують фізико-хімічні та органолептичні властивості води, сприяють замуленню водойм та чинять негативний вплив на фауну водоймищ. Якщо у стічній воді містяться бактерії, збудники інфекцій, а потім ця вода потрапляє до водойми, використання такої води при питті, митті овочів та фруктів призведе до інфекційних захворювань та зараження різними видами гельмінтів [12,14]. Небезпечними забрудненнями у водоймі є радіоактивні відходи, які потрапляють у стічні води з підприємств, і тим самим, впливають на рослини, рибу та тварин, які мешкають у водному середовищі, у яких можуть відбуватися процеси біологічної концентрації радіоактивних речовин

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>		
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата			
Розроб..	Александрович І.В.				ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА		
Перевір.	Саблій Л.А.						
Керівник	Саблій Л.А.						
					Стадія	Арк	Аркушів
						101	
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,ФБТ		

8.2. Заходи щодо вирішення проблем забруднення навколишнього середовища стічними водами

При скиданні стічних вод у водойму необхідно дотримуватися вимоги, які регламентують дотримання норм охорони води та умов функціонування водних об'єктів [11].

За охорону водних об'єктів відповідає система заходів, які спрямовані на запобігання та ліквідацію наслідків забруднення, засмічення та виснаження води.

Виробничі підприємства та організації, діяльність яких передбачає використання стічної води та впливає на стан водойм, зобов'язані здійснювати заходи, які б поліпшували стан водоймищ та забезпечували охорону вод від забруднень.

Для вирішення проблеми захисту природних водойм використовують комплекс природоохоронних технологій з утворенням маловідходних виробництв, створенням систем водопостачання, зменшення надходження домішок в стічні води та високоякісне очищення стічних вод.

Для захисту та охорони водних об'єктів встановлюються водоохоронні зони, які визначаються за спеціально розробленими проектами.

Водоохоронна зона передбачає заборону використання сильнодіючих пестицидів, влаштування звалищ та полів фільтрації, скидання неочищених стічних вод використовуючи рельєф місцевості [7].

Під охороною водних ресурсів розуміють сукупність організаційних, технологічних, економічних і правових заходів, які направлені на запобігання, обмеження та усунення забруднення, виснаження водних ресурсів з метою задоволення оптимальних потреб населення і народного господарства.

Заходи з охорони водних ресурсів поділяються на профілактичні та практичні. Профілактичні направлені на недопущення появи нових джерел забруднення та виснаження вод.

До них відносять: розробка схем комплексного використання та охорони водних ресурсів, екологічна експертиза проектів будівництва та реконструкції об'єктів, ефективна експлуатація очисних споруд, контроль за скиданням стічних вод та станом водних об'єктів [17,21].

Практичні направлені на усунення несприятливого впливу господарської діяльності на стан вод. До практичних заходів відносяться: встановлення норм гранично-допустимих скидів забруднюючих речовин у водних об'єктах, застосування санкцій за забруднення, засмічення та виснаження водойм.

Для збереження якісного складу необхідно очищати стічні води перед їх скидом у водойму. Проте, найдосконаліші технології очистки стічної води не забезпечують повного звільнення їх від забруднення.

Охорона водних ресурсів від забруднення повинна здійснюватися у комплексі з охороною всього навколишнього середовища. Для правильного вибору системи водопостачання необхідно знати дані про водоспоживання, вимоги до якості води та знати характеристику наявних природних водних джерел [29].

Для вибору системи та розробки схеми водовідведення промислових підприємств враховують кількість, склад утворених промислових стоків, можливості повторного використання стоків чи скиду їх у міську систему водовідведення, можливі схеми очистки та необхідні ступені очистки при повторному використанні або випуску промислових стоків.

Для моніторингу забруднень навколишнього середовища також можуть використовувати біологічні методи: біоіндикація, біотестування, біодіагностика та біологічні тести [30].

Також при виборі виробничого водопостачання слід враховувати режим споживання води, їх кількість, характер забруднення води, наявність джерел водопостачання, типи споживачі та їх розміщення.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній магістерській дисертації запропоновано багатоступеневу біологічне очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу з видаленням сполук азоту і фосфору із загальною витратою 60000 м³/добу. Проаналізовано літературу та описано джерела утворення, витрати стічних вод і хімічний склад забруднюючих речовин у стічних водах молокозаводів. Виконано аналіз відомих технологій біологічного очищення стічних вод молокозаводів з видаленням органічних речовин, нітрогену і фосфору.

Обґрунтовано та вибрано технологію попереднього біологічного очищення стічних вод молокозаводу до вимог їх скиду в міську мережу водовідведення міста Луцьк.

Обрано ефективну технологію очищення стічних вод міста Луцьк біологічним методом з глибоким видаленням сполук нітрогену й фосфору.

Виконано розрахунки очисних споруд прийнятої технології: первинні та вторинні відстійники, аеротенк та аеротенк-нітрифікатор.

Запроектовано аеротенк-нітрифікатор з волокнистими носіями типу ВІЯ з іммобілізованими мікроорганізмами.

Виконано розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат за вибраною багатоступеневою технологією очищення стічних вод міста Луцьк і молокозаводу.

Наведено заходи з охорони праці та заходи стосовно охорони навколишнього середовища при впровадженні технології багатоступеневого очищення стічних вод на очисній станції міста Луцьк.

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>		
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб..	Александрович І.В.						
Перевір.	Саблій Л.А.						
Керівник	Саблій Л.А.						
					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»,ФБТ		
					Стадія	Арк	Аркушів
						104	

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.
2. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
3. Чернова О. К., Саинова В. Н. Поиск эффективной технологии очистки сточных вод молочной промышленности // Современные проблемы науки и образования. М.: Академия естествознания, 2010, №6.
4. Певнев С.Г., Федоровская Т.Г. Очистка сточных вод молокозаводов // Водоснабжение и санитарная техника, 2008.
5. Панченко С.Л. Пути решения проблемы загрязнения сточных вод на примере переработки отходов молочной промышленности / С.Л. Панченко, А.Г. Горшков, А.И. Бочаров // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам V Всерос. науч.- практ. конф. с междунар. уч. 15-16 дек. 2016 г.: в 2-х ч. Ч. 1 / ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – Воронеж, 2017. – С. 226-227.
6. Водопостачання та водовідведення: Конспект лекцій для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення»/ Автор: Сорокіна К.Б.. - Харків: ХНАМГ, 2009. – 80 с.

					<i>ЕКБ.БЕ9114-МД</i>			
Змн.	Лист	Прізвище	Підпис	Дата				
Розроб..		Александрович І.В.			ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		Стадія	Арк
Перевір.		Ткаченко Т.П.						105
Керівник		Саблій Л.А.					НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», ФБТ	

7. Конспект лекцій з дисципліни «Технології очистки та утилізації промислових стоків та викидів» (Частина II) для студентів напряму підготовки 6.051301 - «Хімічна технологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» та 6.051401 - «Промислова біотехнологія», Укладач: Олійник М.А. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. - 81 стор.

8. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.

9. Савицька В. Актуальні проблеми розвитку ринку молока і молочних продуктів // Економіка АПК. – 2002. – № 11. – С. 102–138.

10. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підруч / А.К. Запольський . – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.

11. Душкин С.С. Эксплуатация очистных сооружений водопроводноканализационных систем. (Конспект лекций для студентов 5-6 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов, магистрантов и иностранных студентов специальности 7.092601, 8.092601 – «Водоснабжение и водоотведение») / С.С. Душкин, Г.И.Благодарная, А.Н.Коваленко, М.В.Солодовник; Харк. нац. акад. город. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 183 с.

12. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. - Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. - 622 с.: іл.

13. Шифрин С.М. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / С.М. Шифрин, Г.В. Иванов, Б.Г. Мишунов, Ю.А. Феофанов – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 272 с. 3

14. Романська Н.М. Використання вторинної молочної сировини / Н.М. Романська., В.С. Калмиш. – К.: Техніка, 1973. – 172 с.

15. Храмцов А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмцов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

16. Залашко М.В. Микробный синтез на молочной сыворотке / М.В. Залашко, Л.С. Залашко. – Минск: Наука и техника, 1976. – 274 с.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Лоренц В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. – К., 1972. – 188 с.
18. Синев О.П. Интенсификация биологической очистки сточных вод. - К:Техніка, 1983.
19. Синев О.П., Мацнев А.И., Игнатенко А.П. Расширение и реконструкция очистных сооружений. - К: Будівельник, 1981.
20. Афанасьева А.А., Ловцов А.Е. Переработка осадков, образованных при подготовке питьевых и очистке ливневых вод. - Водоснабжение и санитарная техника, № 6, 2004.
21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
22. Ковальчук В.А. Процеси нітрифікації-денітрифікації в аеротенках- відстійниках підвищеної гідравлічної висоти. - Харків: ХДТУБА, Науковий вісник будівництва, випуск 63, 2011.
23. Крючихин Б.М., Николаев А.Н., Жильникова Н.А. Эффективное решение задачи очистки городских сточных вод от биогенных элементов. - М: ЭКВАТЭК-2008
24. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. - М: С., 1981
25. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація зовнішні мережі та споруди основні положення проектування
26. Шевченко Т.А. Эффективность очистки сточных вод от соединений фосфора / Т.А. Шевченко // «Коммунальное хозяйство городов»: Науч.-техн. сб. - К.: «Техника», 2007. - Вып. 74. - С. 254 - 259.
27. Козар М. Ю. Ефективність біологічного видалення сполук фосфору із стічних вод в різних кисневих умовах / М. Ю. Козар, Л.А.Саблій // Журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія», — 2012. —№2. — С. 104-108

28. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.91607 - Біотехнологія. / Гуляєв В.М., Волошин М.Д. - Дніпропетровськ: 2002. – 126 с.

29. Шестопапов О. В. Біотехнологічний захист та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / О. В. Шестопапов, І. В. Пітак, Т. Б. Новожилова та ін.– Х.: «Технологічний центр», 2016. – 218 с.

30. Долина Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов: Монография. – Днепропетровск.: Континент. 2011. – 198 с.

31. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод: Монография / ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т. – М.: МГСУ, 2010. – 120 с.

32. Фесенко Г. В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи пожежної безпеки» (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціалізації «Охорона праці в будівництві») та дисципліни «Пожежна безпека» (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціалізації «Охорона праці на електричному транспорті») / Г. В. Фесенко ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2013. – 62 с.

33. Підлісна, О. А. Розроблення стартап-проекту. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О. А. Підлісна, Ю. В. Тюленєва ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 836,93 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 46 с.

34. А. Н. Коваленко, Г. И. Благодарная, Т. А. Шевченко. Анализ методов очистки сточных вод от биогенных элементов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 74. К.: Техника, 2007. С. 185-190.

35. Таварткіладзе І. М. Водовідведення. Очистка стічних вод: навчальний посібник: у 2-х кн. Кн. 1: Очистка міських та промислових стічних вод /І.М. Таварткіладзе, О.М. Нечипор. –К.: КНУБА, 2014. – 252 с.

36. М.М. Гіроль, М.В. Бернацький, В.Є. Хомко Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві. Навчальний посібник. /За ред. М.М. Гіроля / - Рівне: НУВГП, 2010 - 351 с. іл.

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПЕЦИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Позиція	Позначення, марка	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітка
ПЗ-1		Повітрозабірник, висота труби 4 м,	1		
Ф-2		Фільтр попереднього очищення газоподібних речовин. Ефективність очистки 80%	2		Збірний
П-3		Повітродувки. Стиснення повітря 0,163 Мпа.	1		Збірний
Д-6 Д-8 Д-9 Д-14		Об'ємний дозатор для рідких речовин	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Д-4 Д-12	ДК-40	Ваговий дозатор для сипких речовин	2		Збірний
Р-5	ВЕЕ	Реактор для приготування гіпохлориту натрію	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Н-7 Н-11 Н-15 Н-21 Н-22 Н-27	СМ 100 -65 200/46	Насос відцентровий горизонтальний консольний з робочим колесом закритого типу	5		Збірний
Р-10		Реактор для приготування коагулянтів, місткість 5 м ³ , завантаження хлориду заліза і води через люк на кришці, нижній злив, механічне перемішування	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

									Арж.
Змн.	Арж.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ9114-МД				110

М-27		Метантенк	2		Неірж. Сталь 12Х18Н10Т
КД-28		Камера дегельмінтизації	1		
Р-29		Реактор для змішування осаду із коагулянтном. Механічне перемішування.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Ф-30		Фільтр-прес	1		Збірний
АМ-31		Муловий майданчик для підсушування осаду.	1		
ІМ-32		Пісковий майданчик для підсушування піску та інших мінеральних домішок	1		
Г-33		Газгольдер	1		Збірний
КП-1.1 КП-2.1 КП-5.2	ОБ М-160	Манометр Діаметр корпуса: 63 мм. Клас точності: 2,5, діапазон вимірювання 0-1,0МПа, Різьба штуцера М12х1,5, радіальне виконання	5		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-3.1	РС- 28	Датчик вимірювання тиску. Мінімальна ширина діапазона 1,5 кПа. Вихідний сигнал: (4÷20)мА	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП- 33.1	МІД А	Датчик вимірювання тиску. Діапазон вимірювання: 0-6 МПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-19..1 КП-28.1 КП-33.1		Датчик для вимірювання концентрації газу. Робоча температура -10...+40°С. Напруга	7		

					ЕКБ.БЕ9114-МД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

		зсуву нуля на виході при 20 ° С: < 20 мВ			
КП-18.1 КП-19.1 КП-20.1 КП-29.1	ЕЕ820	Датчик для вимірювання концентрації розчину.	3		
КП-19.1 КП-20.1	FYA 600	Датчик для вимірювання концентрації кисню. Робоча температура -20...+50°C. Розміри: висота 43 мм х Ø 29.3 мм	1		
КП-19.2 КП-21.2	ОВП	Датчик для вимірювання рН. Діапазон вимірювання: 2-12. Температурний діапазон: 0...110 °С	1		Твердий полімерний електроліт
КП-21.3 КП-28.1 КП-29.2	ТКП- 160Сг- М2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювань 0...120°C. Клас точності 1.5.	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т